

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

ROBÔS INDUSTRIAIS

- Definição
- Tipos de Robôs
- Exemplos
- Garras
- Aplicações
- Conceitos Importantes



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Definição

“Um robô industrial é uma máquina manipuladora, com vários graus de liberdade, controlada automaticamente, reprogramável, multifuncional, que pode ter a base fixa ou móvel, para utilização em aplicações de automação industrial”

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

ANATOMIA

Base: Fixa no chão de fábrica ou em um suporte;

Elos: Formam uma cadeia cinemática;

Juntas: Movimento dos elos;

Efetuator final: Formado pelo punho e uma garra ou ferramenta;

Atuadores: Motores elétricos, hidráulicos ou pneumáticos;

Sensores: Encoders, Tacômetros, Lasers, Câmeras etc.



ROBO PUMA (MOTOMAN)

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

GRAUS DE LIBERDADE

Graus de Liberdade: número de movimentos individuais das articulações. Identifica a versatilidade do robô.

6 graus de liberdade:
configuração mais complexa:
3 graus para posicionar o efetuador final, e 3 para orientá-lo.



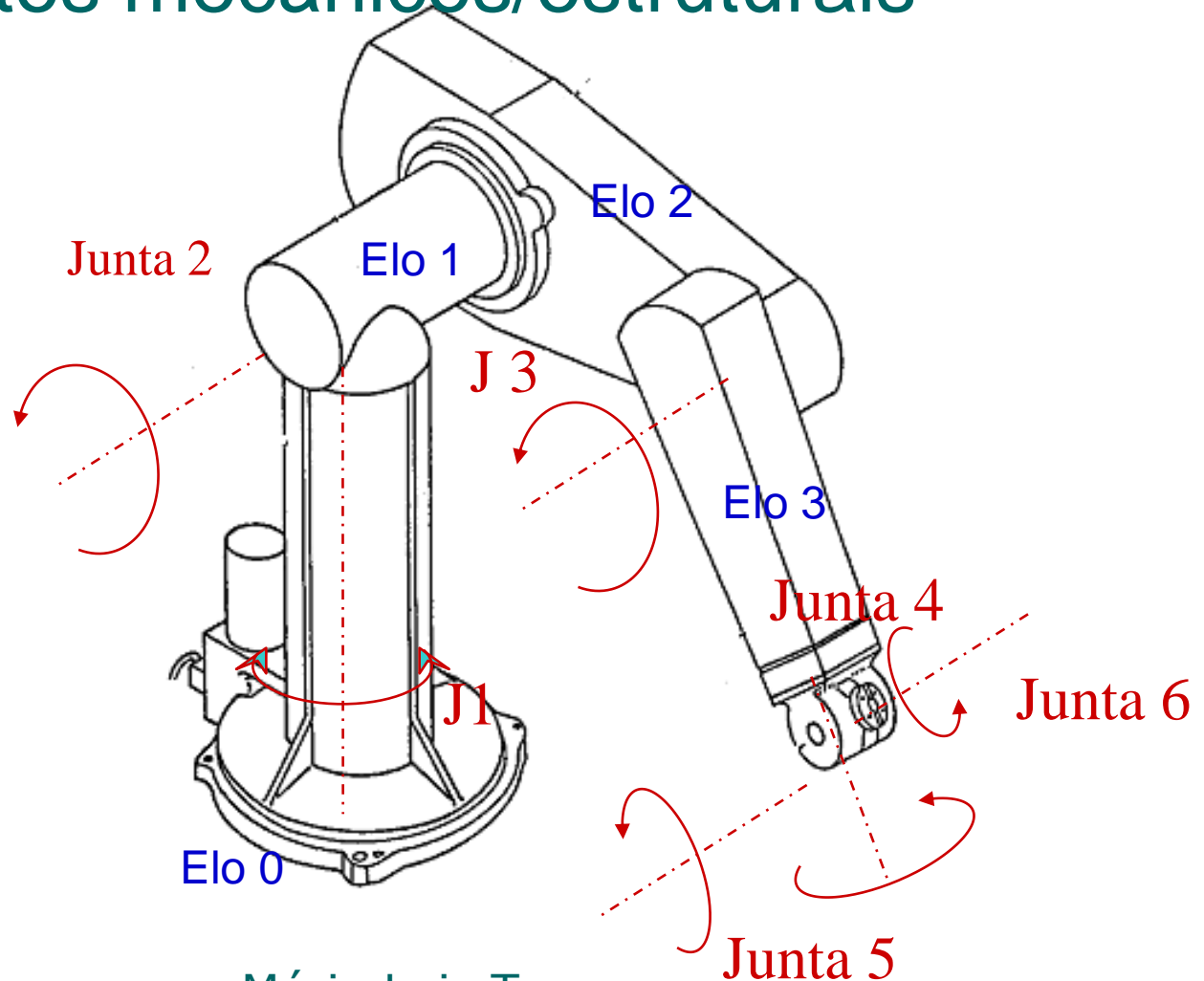
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Aspectos mecânicos/estruturais

- Um manipulador é uma combinação de elementos estruturais rígidos (corpos ou elos), conectados entre si através de articulações (juntas);
- Uma cadeia cinética composta por:
 - Elos (*Links*):
 - Os corpos da cadeia;
 - Juntas:
 - Articulações entre os corpos.
 - Conectam os elos e permitem a realização de movimentos de um elo em relação ao elo anterior.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Aspectos mecânicos/estruturais



Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Juntas: compõem o par cinemático formado por dois elos adjacentes.

Dois tipos básicos:

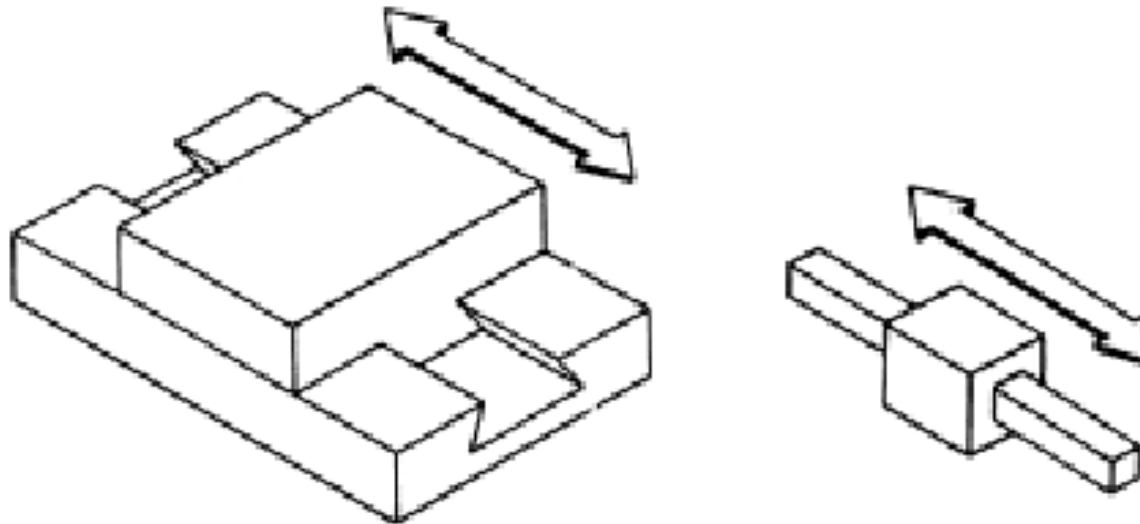
- junta de rotação;
- junta prismática (de translação)

O número de juntas equivale ao número de graus de liberdade do manipulador

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Juntas Prismáticas (lineares) "P"

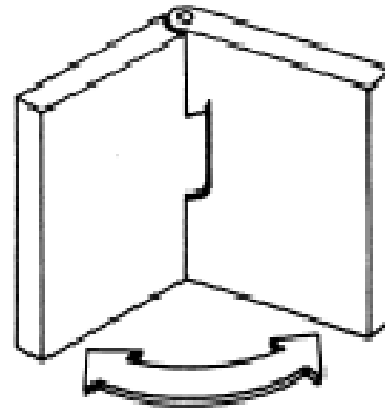
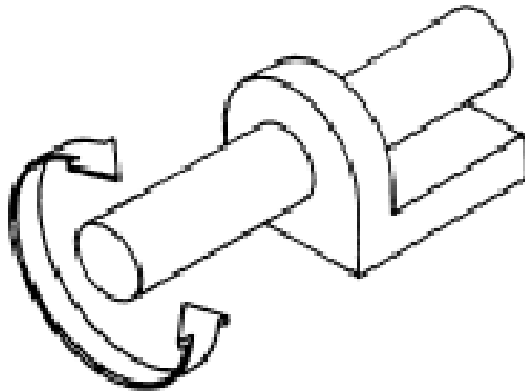
o movimento de dois elos (hastes) adjacentes é linear



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

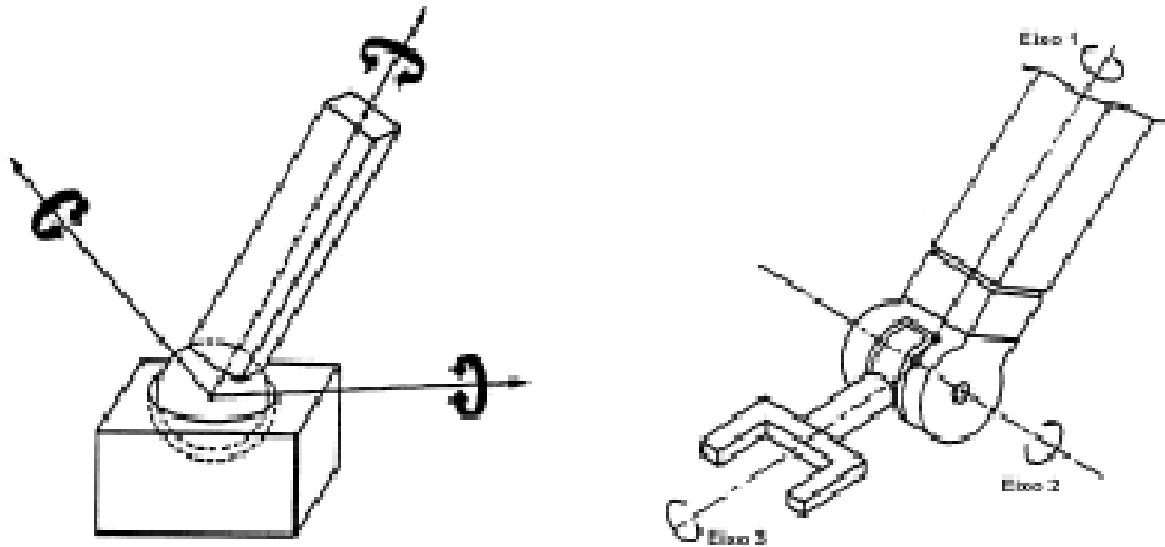
Juntas de Rotação (revolução) "R"

o movimento de dois elos (hastes) adjacentes é de rotação



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Junta Esférica (rótula): permite a rotação em torno de três eixos simultaneamente



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

As juntas de um robô com 6 graus de liberdade podem ser divididas em dois grupos:

- As três primeiras, próximas da base, são denominadas **juntas principais**, pois permitem **posicionar** o elemento terminal (efetuador) em qualquer posição no espaço, dentro do volume de trabalho do robô;
- As três finais, próximas do elemento terminal (efetuador) são denominadas **juntas do punho**, e permitem **orientar** efetuador.

Na classificação de robôs, somente as três juntas principais são consideradas



elas determinam o volume de trabalho e as características mecânicas do manipulador

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Diversas combinações de elementos (juntas e elos) podem ser realizadas para se obter uma determinada configuração.

Principais configurações relativas à estrutura mecânica:

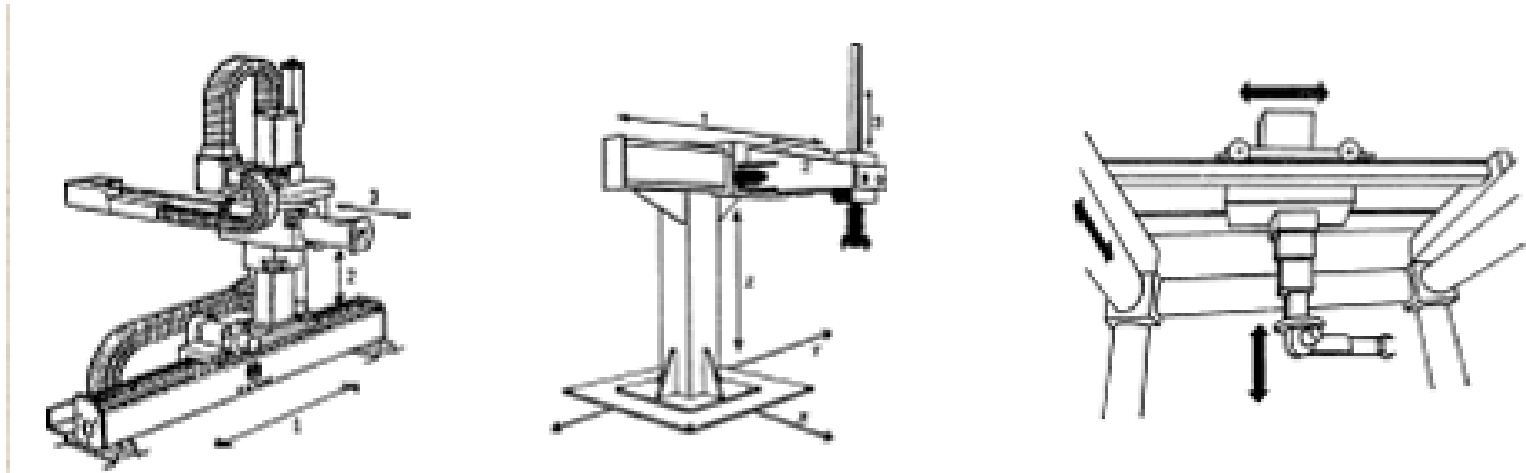
- Robô de Coordenadas Cartesianas/Pórtico;
- Robô de Coordenadas Cilíndricas;
- Robô de Coordenadas Esféricas;
- Robô Scara;
- Robô Articulado ou Antropomórfico;
- Robô Paralelo.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

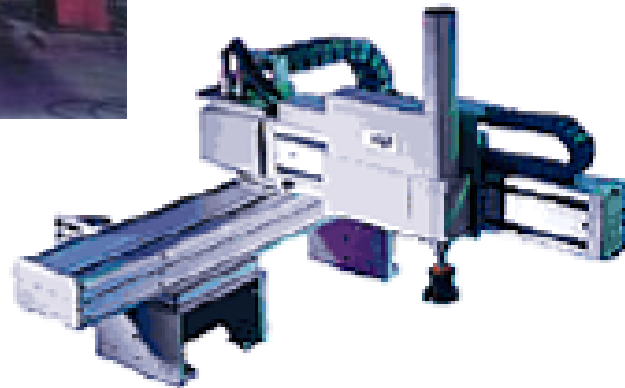
Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô de Coordenadas Cartesianas/Pórtico

Possui três juntas prismáticas (**PPP**), resultando em um movimento composto por três translações, cujos eixos de movimento são coincidentes com um sistema de coordenadas de referência cartesiano. Uma variante deste tipo de robô é a configuração tipo Pórtico. O volume de trabalho gerado é um paralelepípedo.



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



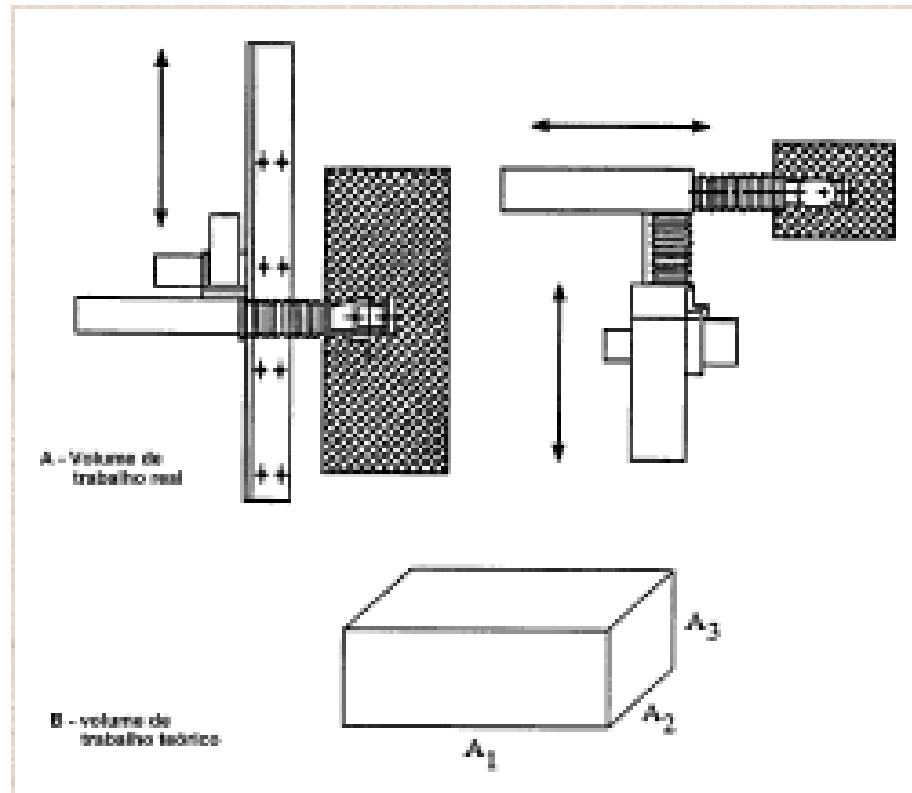
Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô de Coordenadas Cartesianas/Pórtico

Volume de Trabalho



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

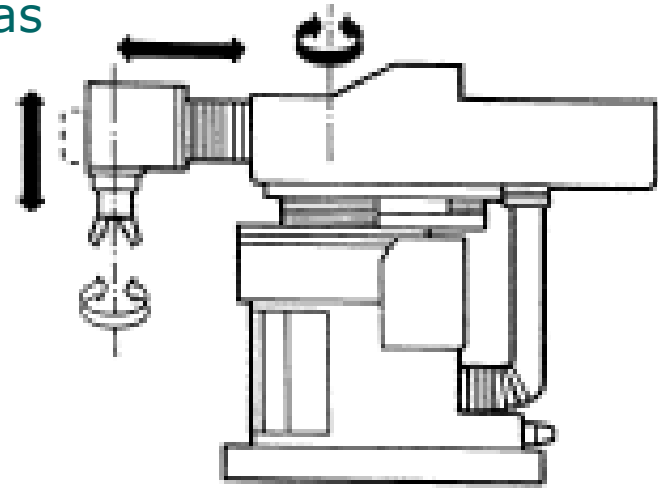
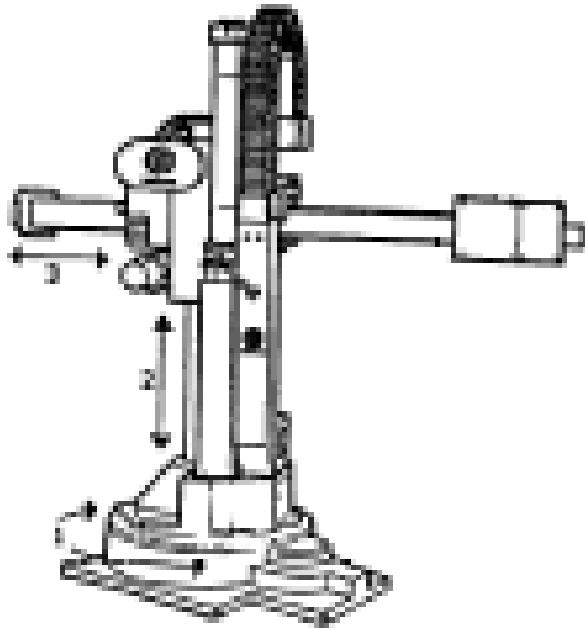
Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô de Coordenadas Cilíndricas

Nesta configuração, os eixos de movimento podem ser descritos no sistema de coordenadas de referência cilíndrica. É formado por duas juntas prismáticas e uma de revolução (PPR), compondo movimentos de duas translações e uma rotação. O volume de trabalho gerado é cilíndrico.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Robô de Coordenadas Cilíndricas
(PPR)

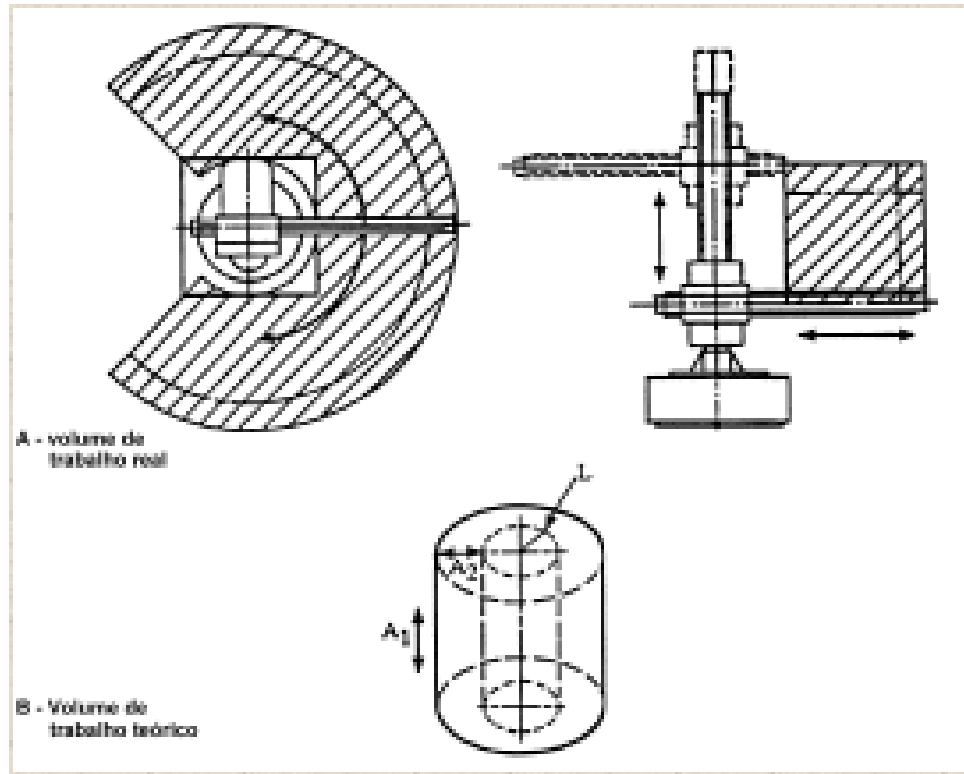


Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô de Coordenadas Cilíndricas

Volume de Trabalho



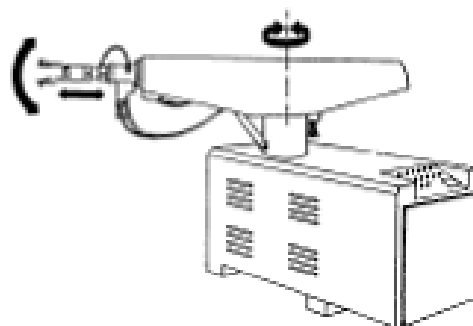
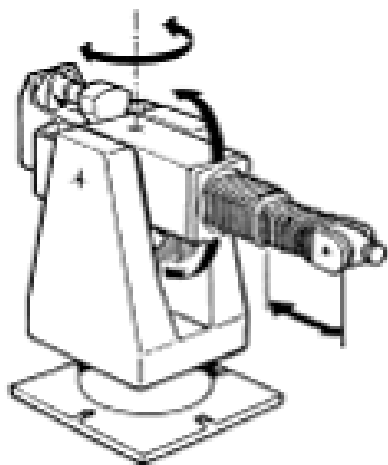
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô de Coordenadas Esféricas

Nesta configuração, os eixos de movimento formam um sistema de coordenadas de referência polar, através de uma junta prismática e duas de rotação (PRR), compondo movimentos de uma translação e duas rotações. O volume de trabalho gerado é aproximadamente esférico.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



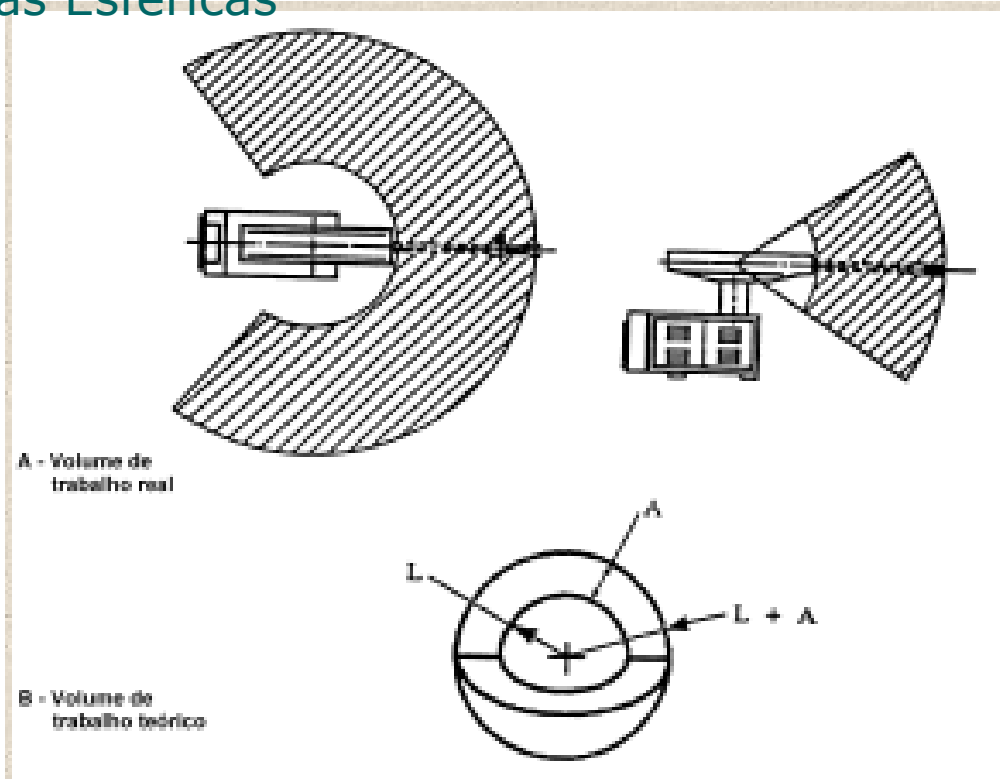
Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô de Coordenadas Esféricas

Volume de Trabalho



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

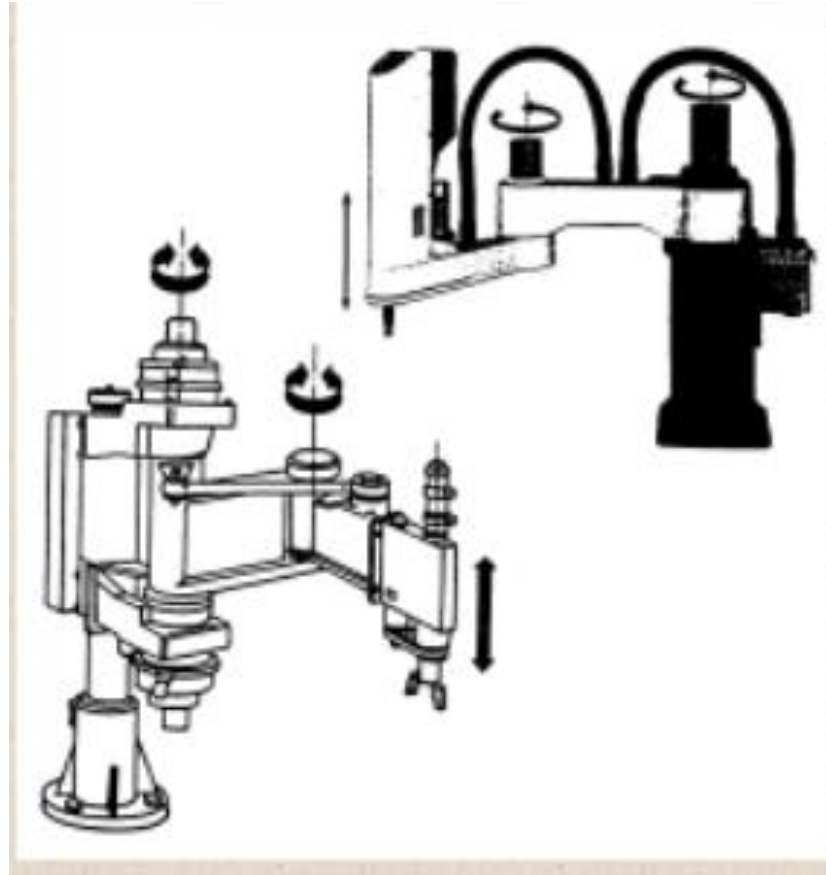
Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô SCARA

Nesta configuração, o robô apresenta duas juntas de rotação dispostas em paralelo, para se obter movimento num plano, e uma junta prismática, perpendicular a este plano (PRR), apresentando portanto uma translação e duas rotações. É empregado geralmente em tarefas de montagem automatizada. O volume de trabalho é aproximadamente cilíndrico.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Robô SCARA (RRP)



Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

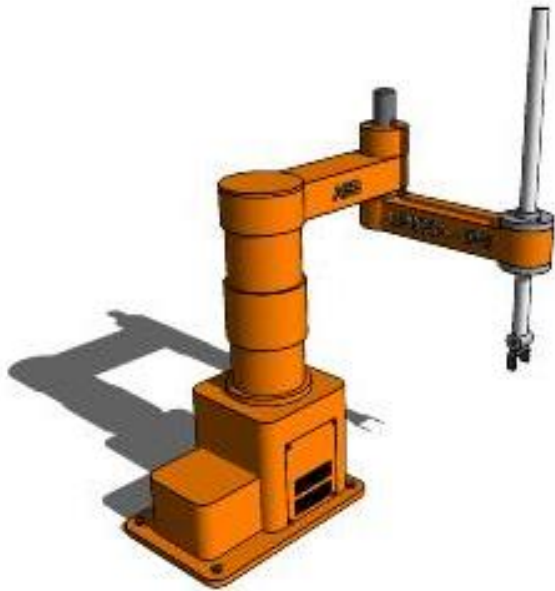
Robô SCARA (RRP)



Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Robô SCARA (RRP)



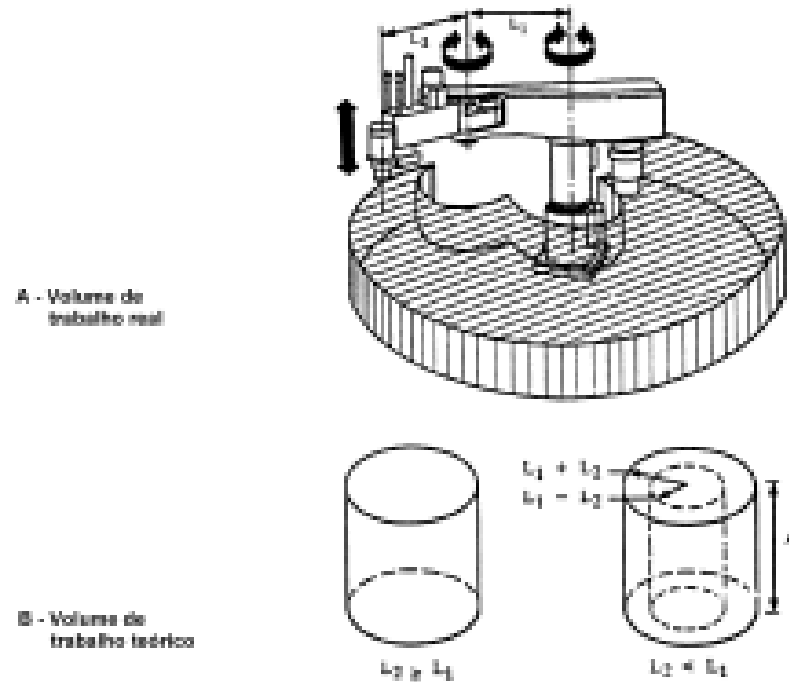
Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô SCARA

Volume de Trabalho



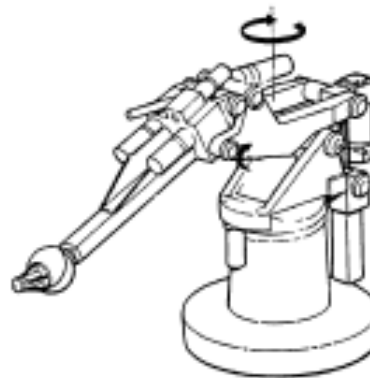
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô Articulado ou Antropomórfico

Nesta configuração, existem pelo menos três juntas de rotação (RRR). O eixo de movimento da junta de rotação da base é ortogonal às outras duas juntas de rotação, que são simétricas entre si. Tal configuração é a que permite maior mobilidade aos robôs. O volume de trabalho apresenta uma geometria mais complexa em relação às outras.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



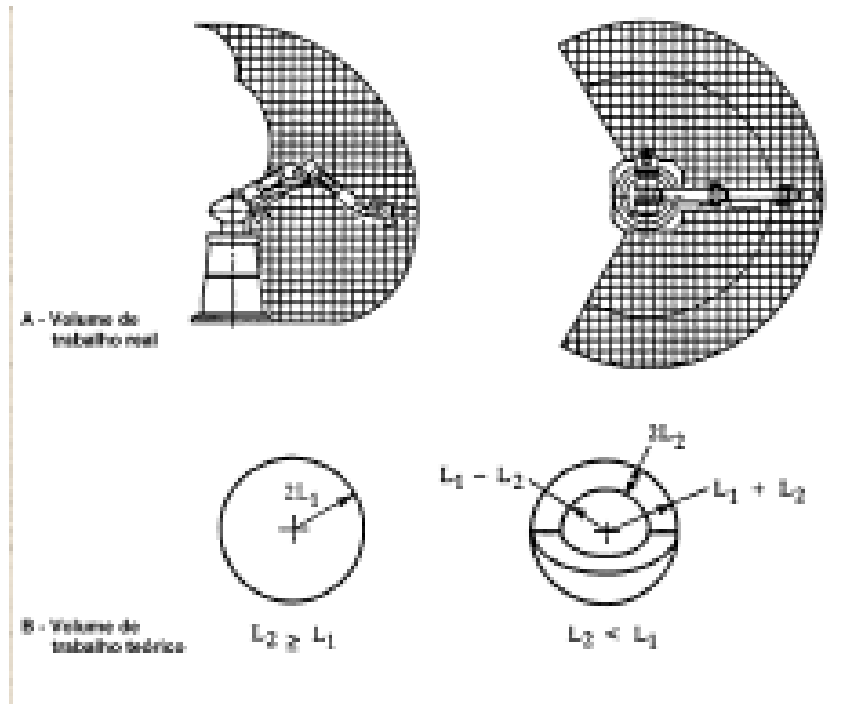
Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô Articulado ou Antropomórfico

Volume de Trabalho



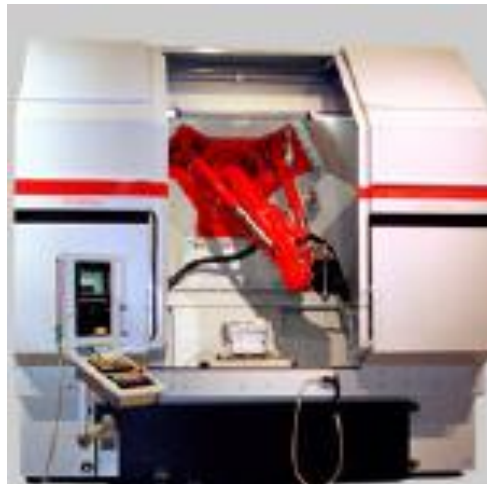
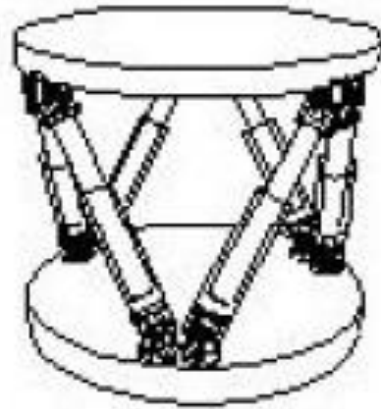
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Classificação de Robôs – Quanto à Estrutura Mecânica

Robô Paralelo

Apresenta configuração tipo plataforma e mecanismos em forma de cadeia cinemática fechada. Possui três juntas prismáticas (PPP) ou três juntas de rotação (RRR). O volume de trabalho é aproximadamente esférico.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Classificação de Robôs – Quanto à Geração Tecnológica

Primeira Geração: Sequência Fixa

Uma vez programados, repetem uma sequência de operações; para operações diferentes, precisam ser reprogramados. O ambiente de operação do robô deve ser estruturado.

Segunda Geração:

Possuem recursos computacionais e sensores que permitem ao robô agir em um ambiente parcialmente estruturado, calculando em tempo real os parâmetros de controle para a realização dos movimentos. Atividades envolvendo reconhecimento de peças e manipulação de peças com desvio de posicionamento são características desta geração.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Classificação de Robôs – Quanto à Geração Tecnológica

Terceira Geração:

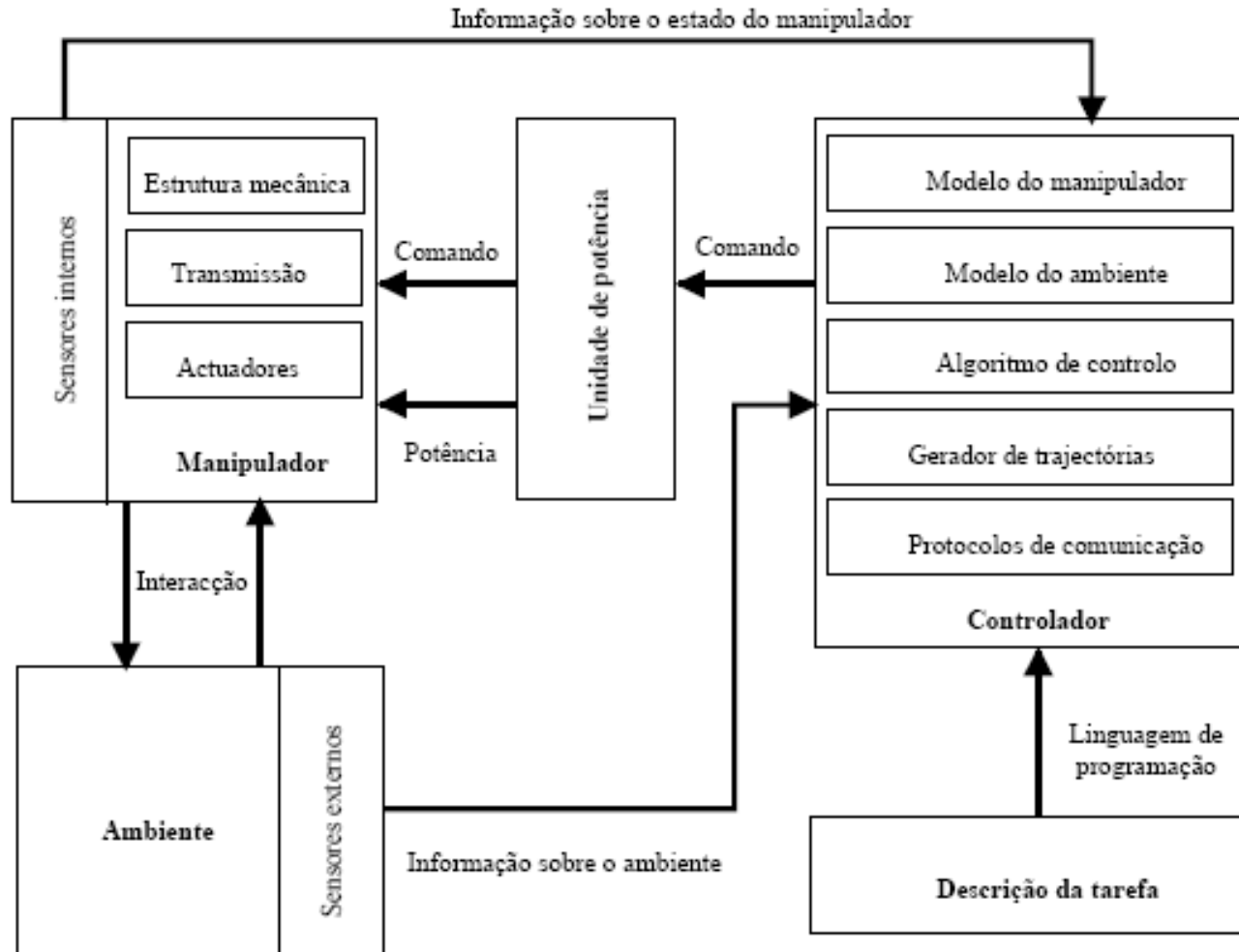
Apresentam inteligência suficiente para se conectar com outros robôs e máquinas, armazenar programas e se comunicar com outros sistemas computacionais. Podem tomar decisões em operações de montagem, tais como montar uma adequada combinação de peças, rejeitar peças defeituosas e selecionar uma combinação correta de tolerâncias.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

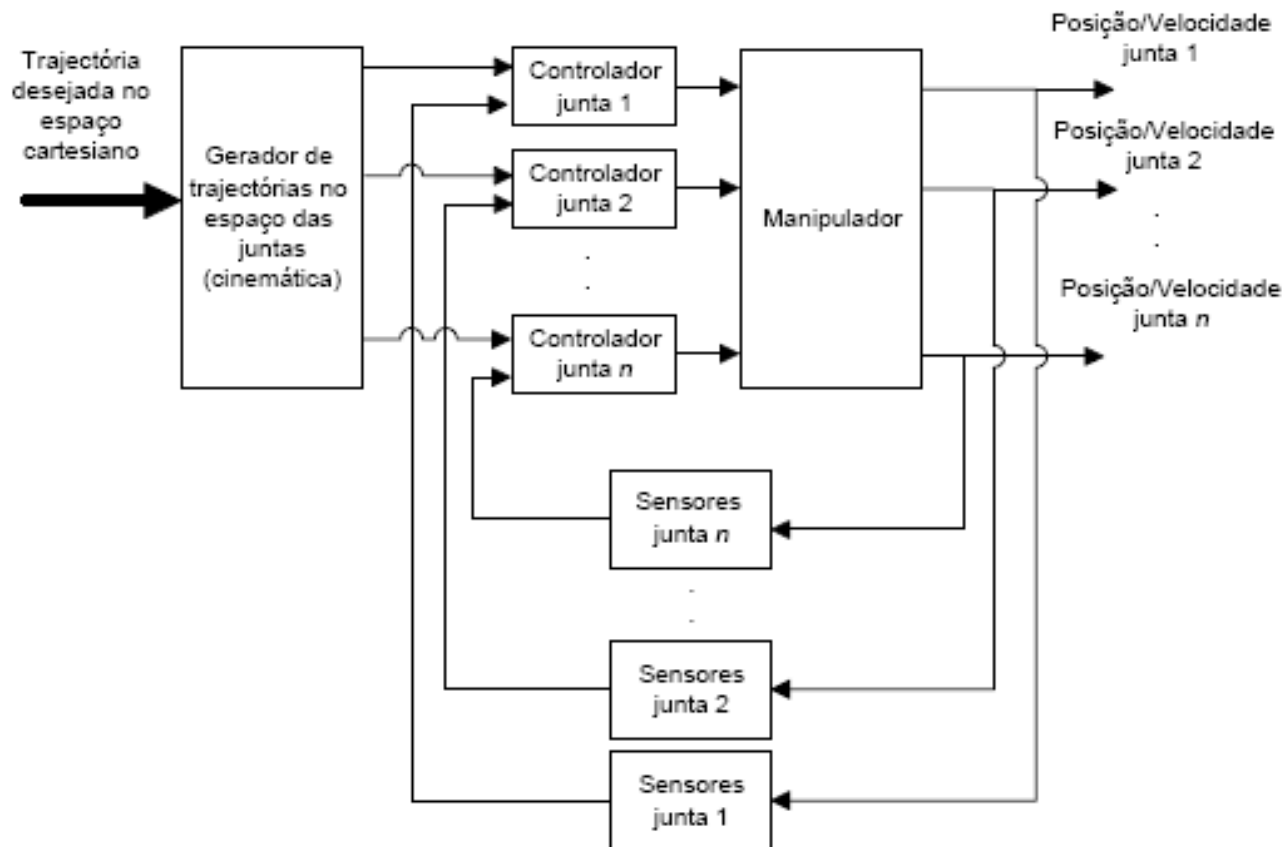
Componentes:

- Manipulador (estrutura mecânica);
- Atuadores;
- Sensores;
- Controlador;
- Unidade de Potência

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

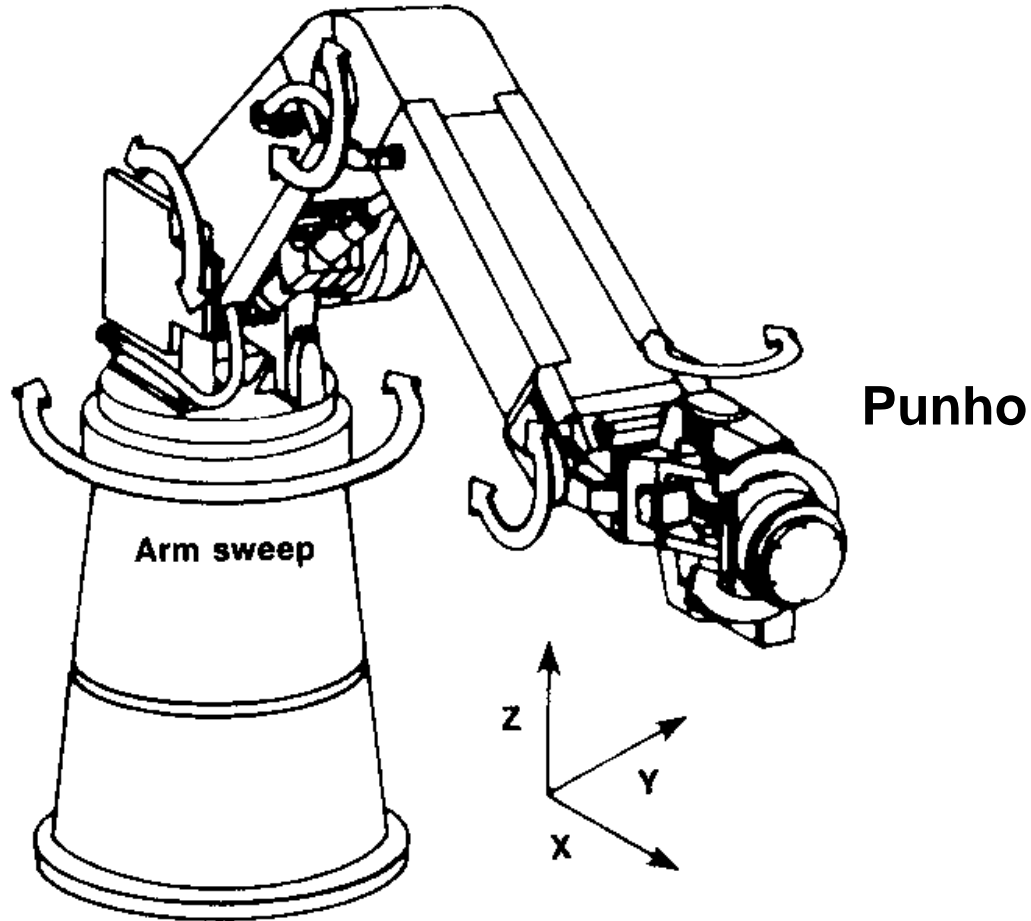


Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Manipulador

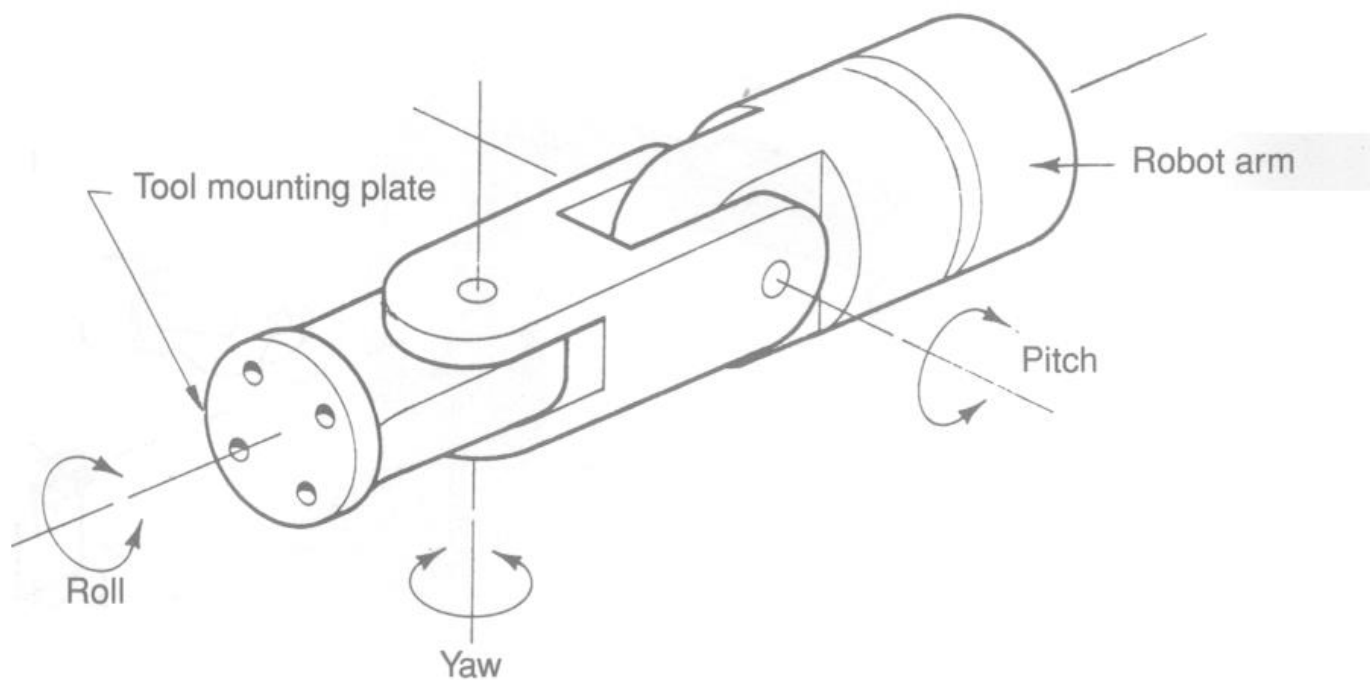
- Unidade mecânica
- Duas categorias de movimentos:
 - Do braço.
 - Do punho:
 - Pitch (pra cima e pra baixo)
 - Yaw (para os lados)
 - Roll (rotação)

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Órgãos Terminais

- Definição
 - Dispositivo fixado no punho de um robô que permite ao mesmo realizar uma tarefa específica
- Em geral, os órgãos terminais são projetados especialmente para a tarefa a ser executada
- A maioria dos fabricantes de robôs já oferecem determinados órgãos terminais como acessórios



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

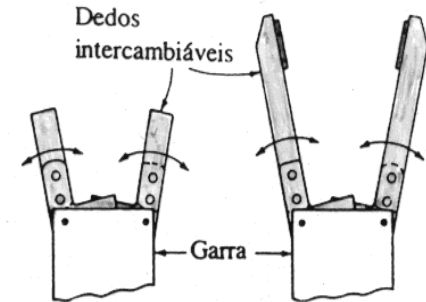
- **Garras** – usadas para pegar e segurar objetos em operações como:
 - carregar e descarregar máquinas
 - pegar peças de um transportador e arranjá-las sobre um pallet
 - manusear caixas, garrafas, matérias primas, etc.
 - manipular ferramentas
- **Ferramentas** - usado para realizar algum trabalho sobre a peça, e não apenas manuseá-la:
 - soldagem a ponto
 - soldagem a arco
 - pintura

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

- **Mecânicas**- usa dedos mecânicos acionados por um mecanismo de pega

- Os dedos são apêndices da garra que fazem contato direto com o objeto. Podem ser:

- Fixos: partes integrantes do mecanismo de pega
- Intercambiáveis:
 - compensação do desgaste
 - mecanismo de pega pode acomodar diferentes modelos de peças



- **Não-mecânicas** - Dispositivo de pega no qual são usados princípios não mecânicos tais com ímãs, copos de sucção, etc. Alguns tipos usuais são:

- Copos de sucção (ventosas)
- Garras magnéticas
- Garras adesivas
- Ganchos, cadinhos e outros dispositivos

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

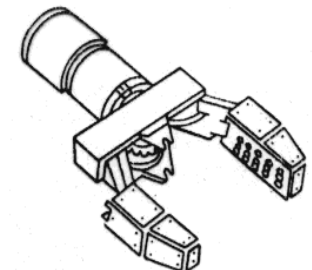
○ Constrição física

- Dedos são projetados de acordo com a geometria da peça, não permitindo sua movimentação



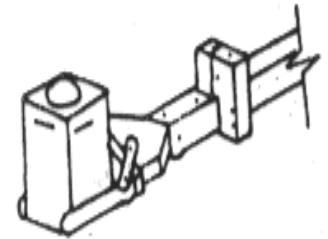
○ Atrito

- Dedos devem aplicar uma força que é suficiente para reter a peça por atrito contra a gravidade, acelerações ou qualquer outra força durante o ciclo de trabalho. Almofadas aumentam o coeficiente de atrito e protegem a peça de danos

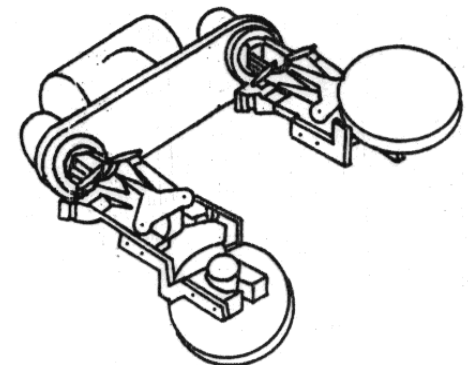


Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

- Quanto à quantidade de dispositivos de pega:
 - Simples: apenas um dispositivo de pega é montado no punho



- Duplo: existem dois dispositivos de pega montados no punho.
 - Vantagem manuseio de dois objetos separadamente



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

- Quanto à maneira de pegar o objeto

- PEGA INTERNA

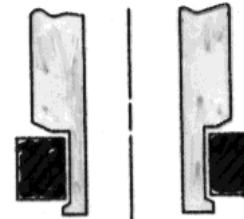


Two-Point Contact—Inside

- PEGA EXTERNA



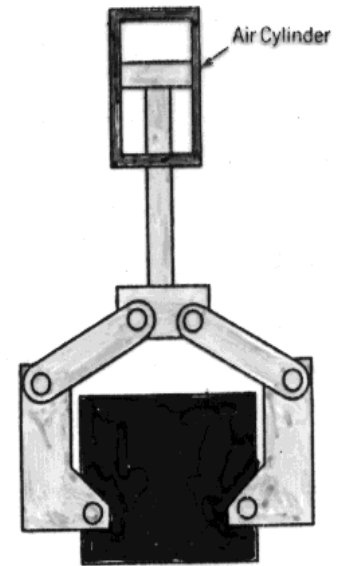
Two-point Contact—Outside



Captivation-type Gripping



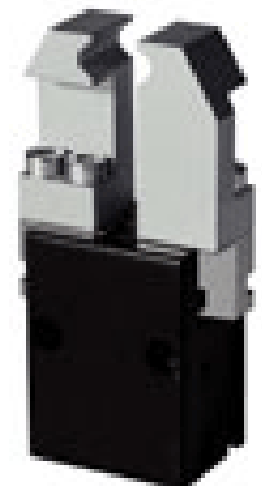
Four-point Contact with "Vee" Blocks



Toggle Mechanism

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

- Movimento dos dedos
 - Movimento pivotante
 - dedos giram ao redor de pontos fixos na garra; normalmente é usado algum tipo de mecanismo articulado
 - Movimento linear
 - os dedos deslocam-se entre si paralelamente, abrindo-se e fechando-se; normalmente são utilizados trilhos como guias



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

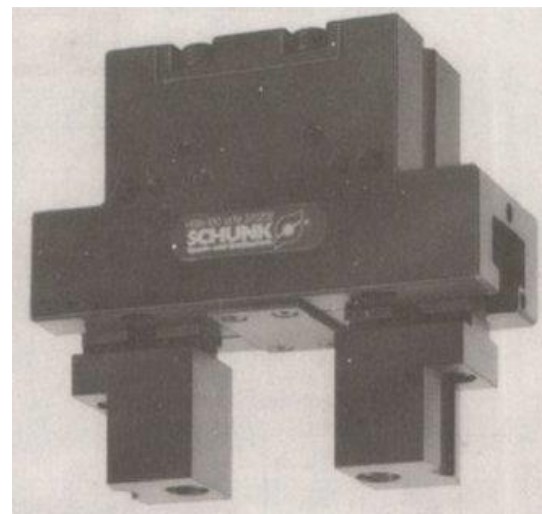
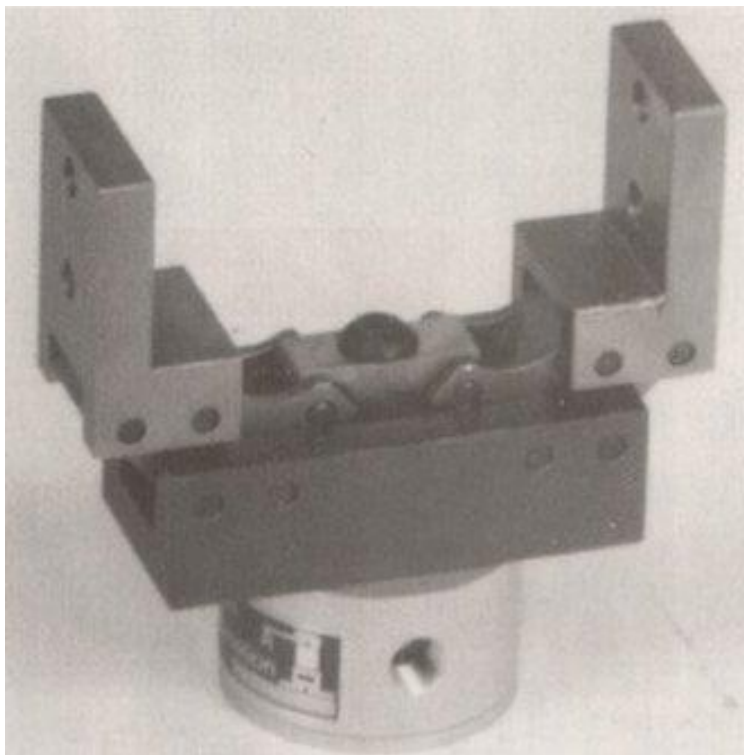
Garra Angular



Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Garra paralela

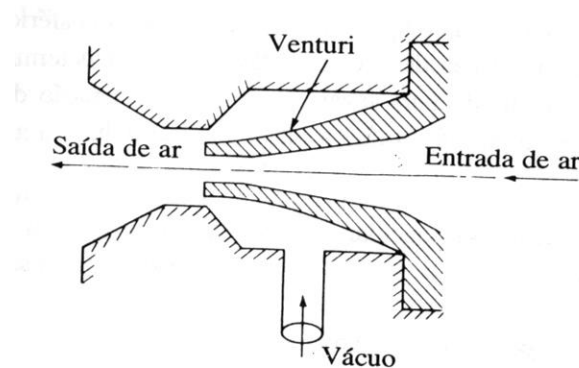


Mário Luiz Tronco

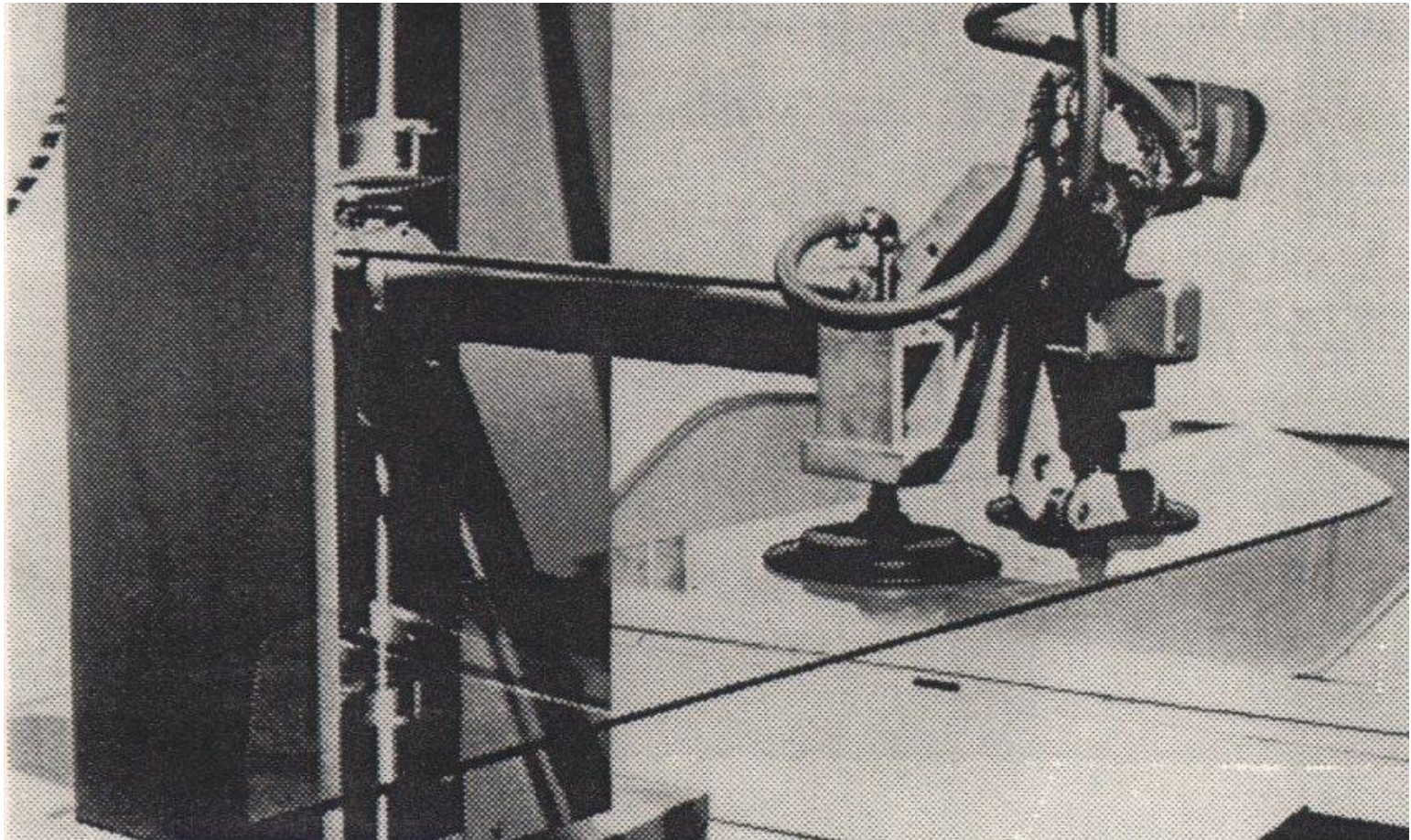
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Garras não-mecânicas - Copos de sucção (ventosas)

- Indicadas para certos tipos de objetos:
 - planos, lisos e limpos de modo a permitirem a formação do vácuo entre objeto e copo
 - Objeto macio -> material do copo duro
 - Objeto duro -> material do copo macio (borracha, plástico)
- Formação do vácuo através de:
 - bomba de vácuo
 - venturi



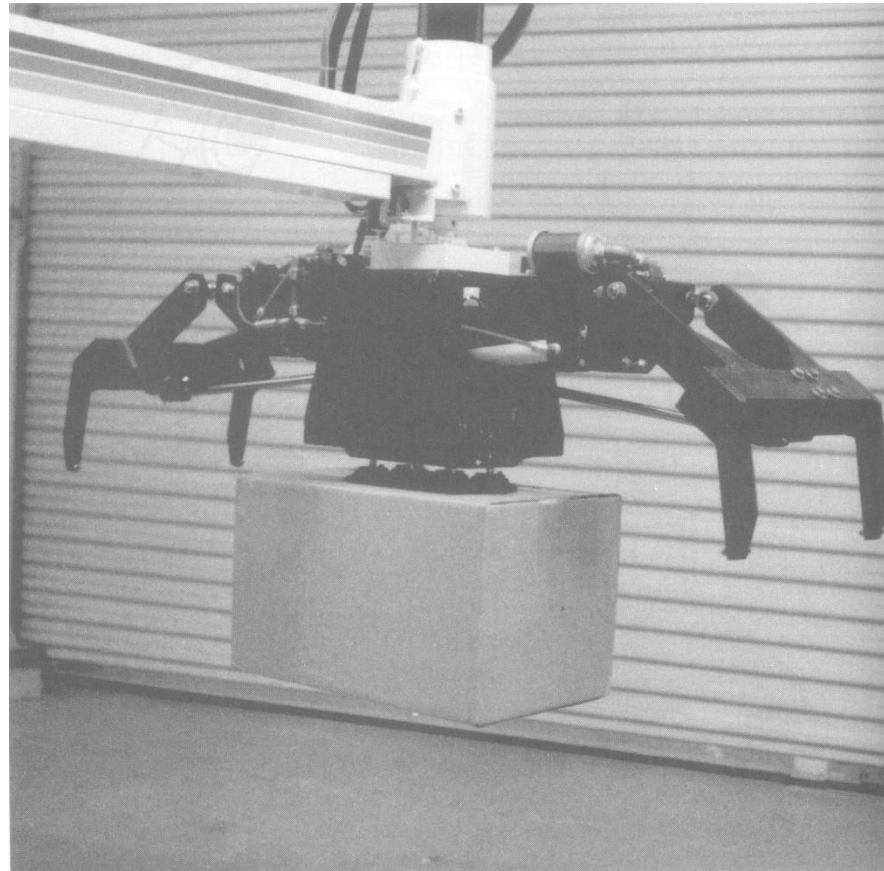
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Garra mista: vácuo + mecânica



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

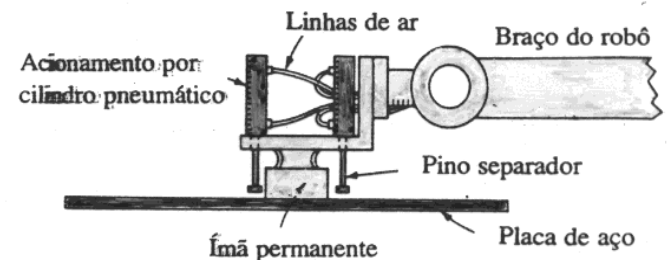
Garras não-mecânicas - Magnéticas

- Indicadas para manuseio de materiais ferrosos, principalmente chapas e placas.
- Vantagens:
 - tempo de pega rápido
 - garra não precisa ser projetada para um determinado tamanho de peça
 - manuseio de peças ferrosas com furos
 - necessidade de apenas uma superfície de pega
- Desvantagens:
 - magnetismo residual da peça de trabalho
 - possíveis deslizamentos naturais
 - menor precisão de manuseio
 - não é possível pegar apenas uma chapa de uma pilha sem dispositivos adicionais

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

○ Tipos

- Garras eletromagnéticas
 - controlam facilmente a liberação da peça ao final do ciclo de trabalho
 - necessitam de uma fonte de CC e de uma unidade de controle adequada
- Garras c/ ímãs permanentes
 - não exigem fonte de energia
 - não controlam a liberação da peça ao final do ciclo de trabalho sem um separador



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Garras não-mecânicas - Adesivas

- Utilizam substância adesiva para operação de pega
- Indicadas para manusear tecidos e outros materiais leves
- Problema: substância adesiva perde aderência pelo uso repetido
- Contorna-se esta limitação carregando o material adesivo na forma de fita contínua

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Orgãos Terminais - Ferramentas

- A ferramenta manipulada pelo robô é presa diretamente ao punho
- Exemplos de órgãos terminais do tipo ferramentas utilizados na Robótica:
 - Ferramenta para soldagem a ponto ou arco;
 - Bicos de pintura por pulverização;
 - Mandris para usinagem
 - Aplicadores de cimento ou adesivo líquido para montagem;
 - Ferramentas de corte por água ou laser

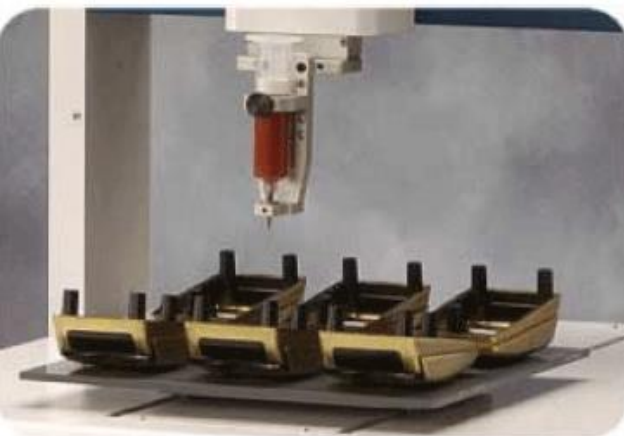
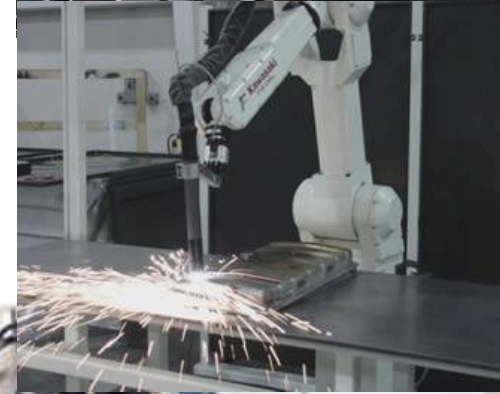
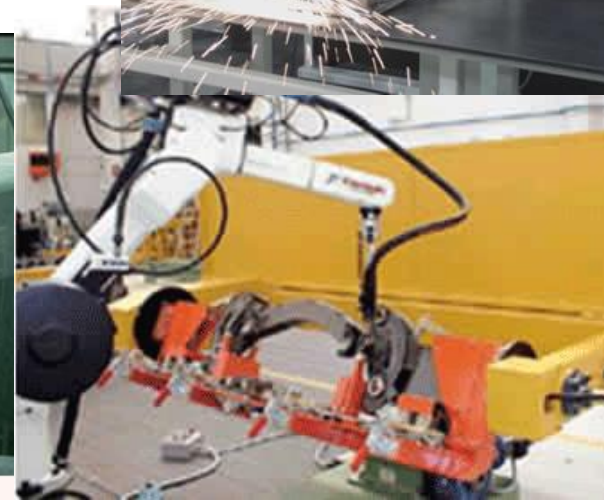
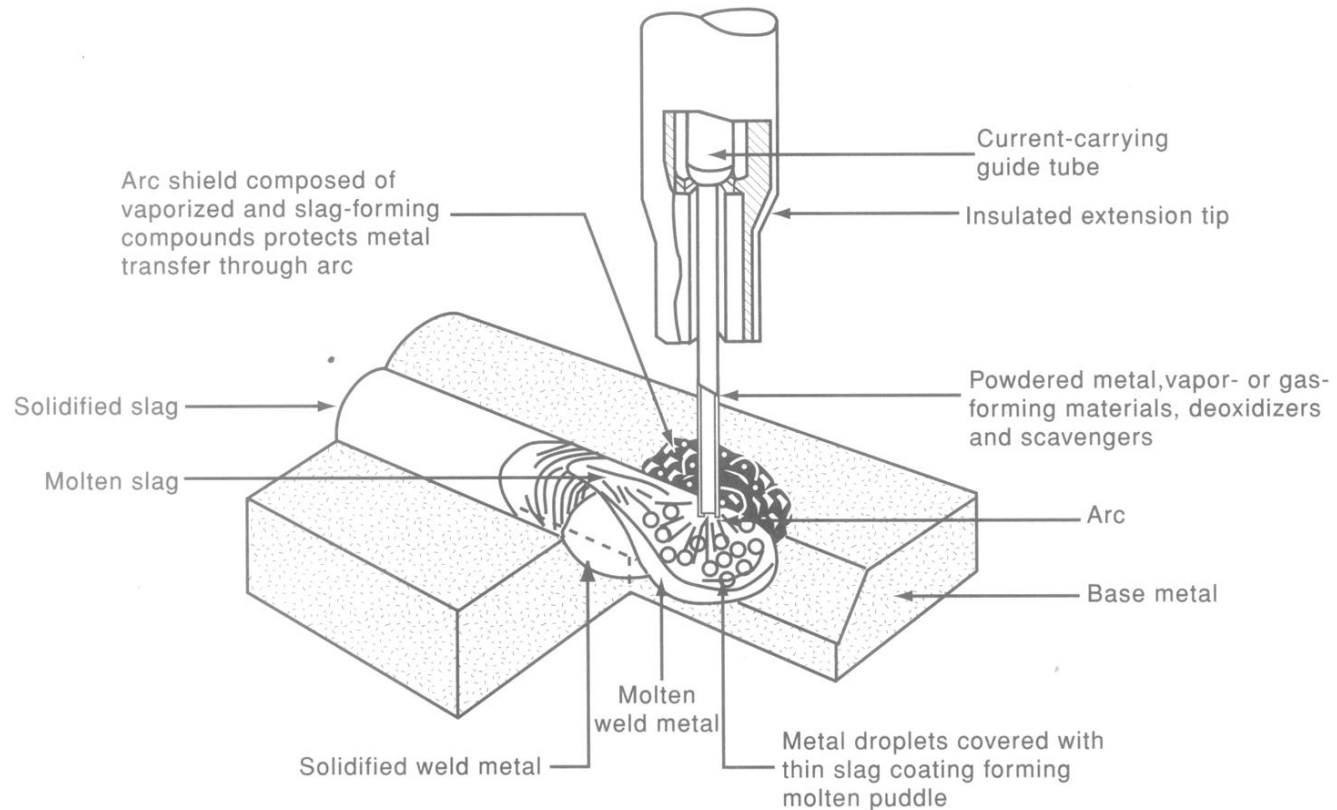


Photo Courtesy of ABB



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

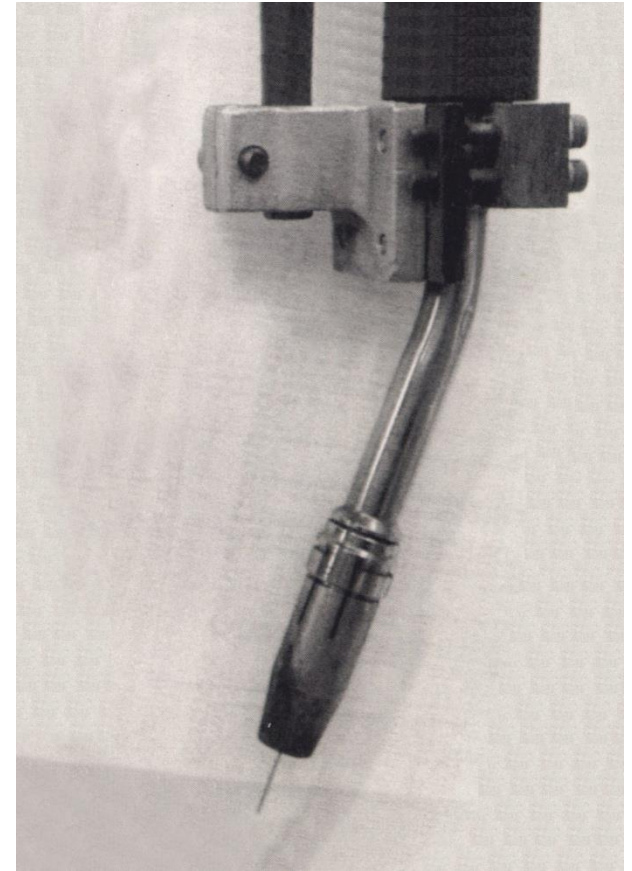
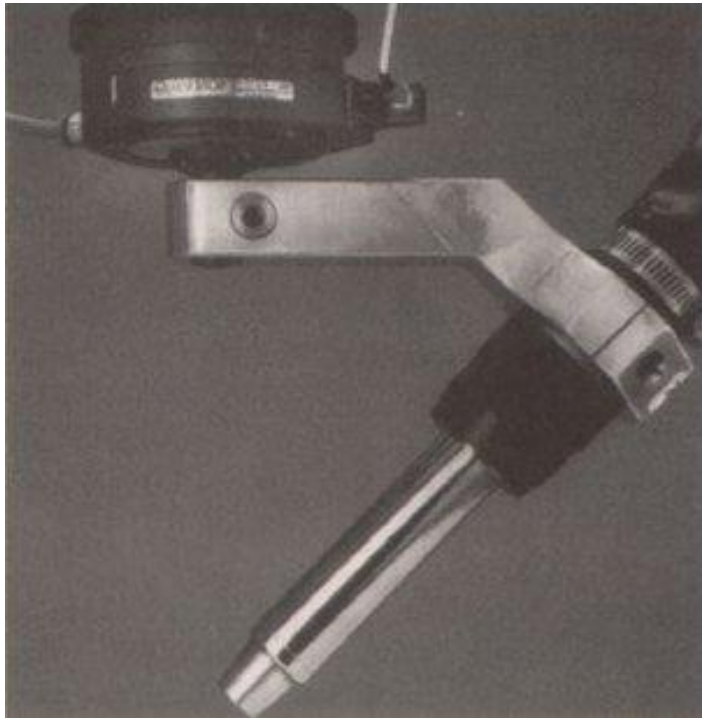
Solda Arco Submerso Fluxo-Núcleo (FCAW)



Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

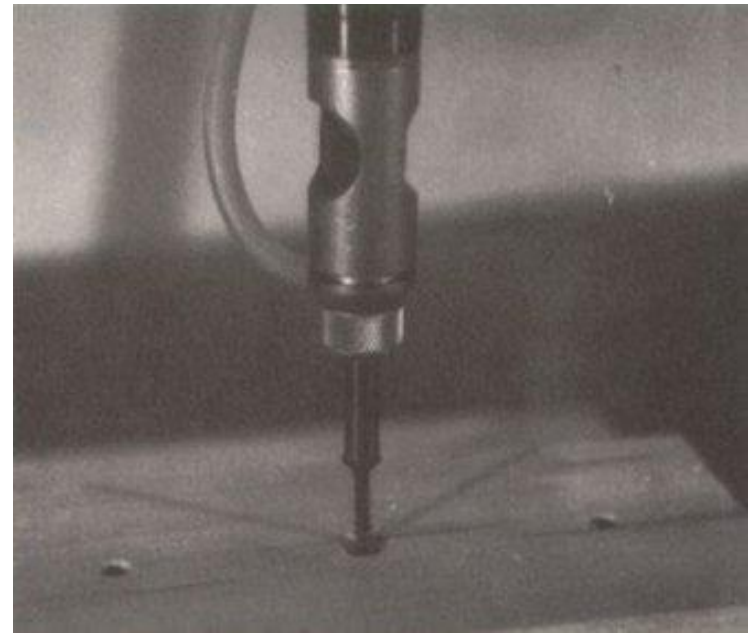
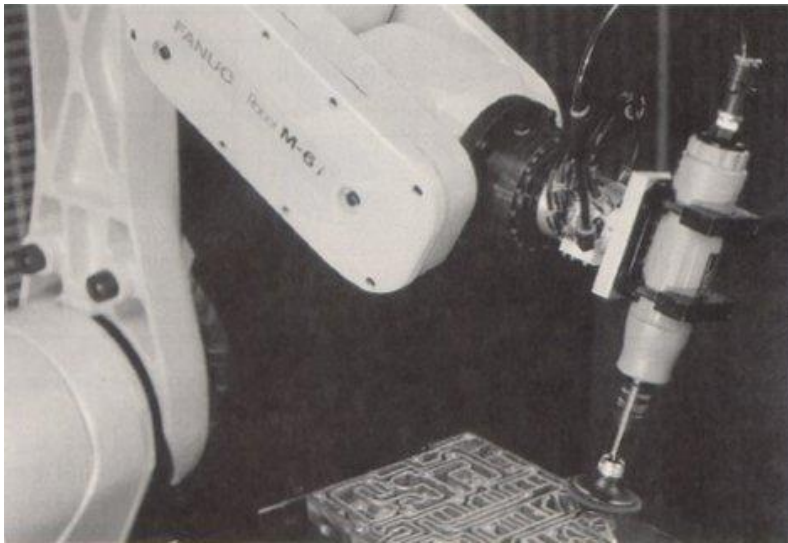
MIG torch



Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Limar e parafusar



Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Medidas de Grandezas Físicas:



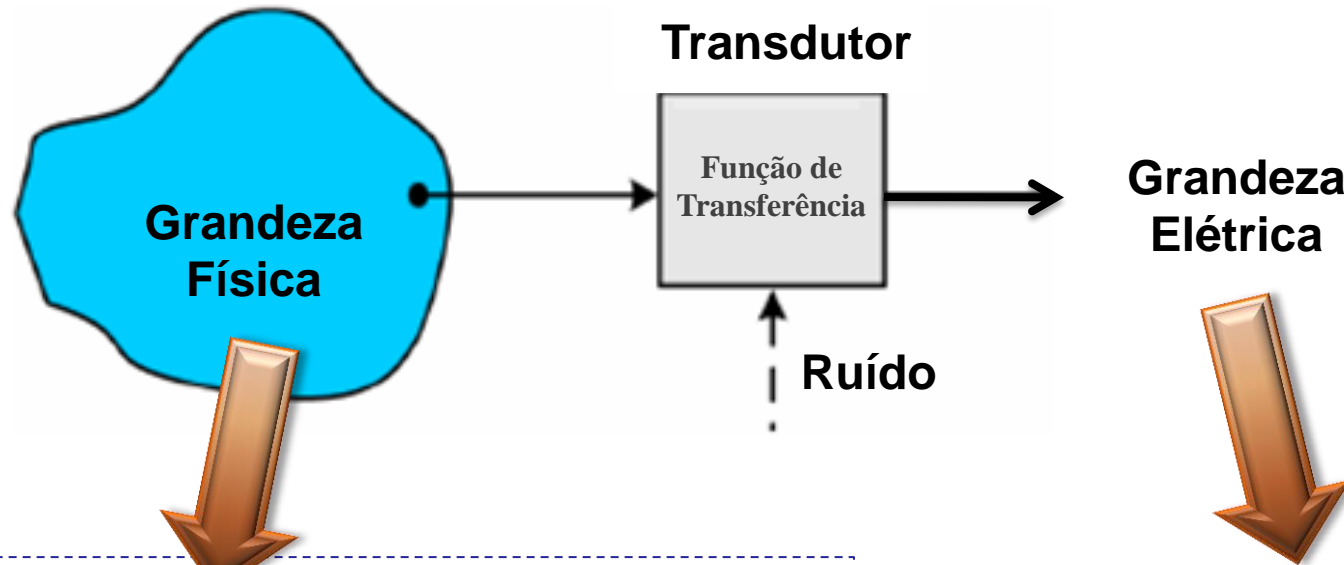
Transdutores



Convertem variações de grandezas físicas em variações elétricas (corrente, tensão), as quais podem ser medidas e gerar, indiretamente, uma medida da variação

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores



- Tempo;
- Massa, força; deformação;
- Comprimento, distância, velocidade, aceleração;
- Intensidade luminosa;
- Tensão Elétrica, corrente, potência;
- Pressão, nível Vazão;
- Umidade;
- Temperatura;
- Campos Elétrico e Magnético;
- etc..

- Resistência;
- Capacitância;
- Indutância;
- Tensão;
- Corrente

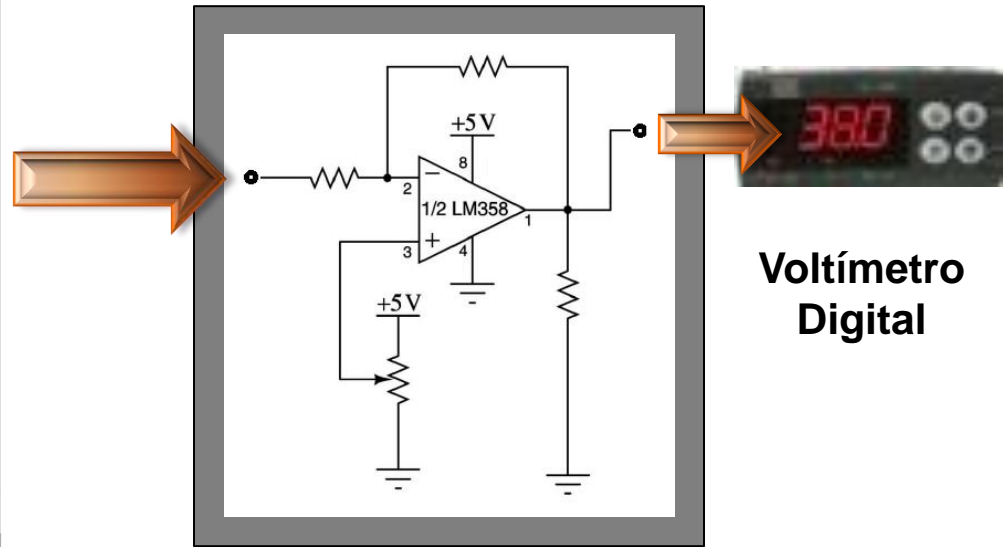
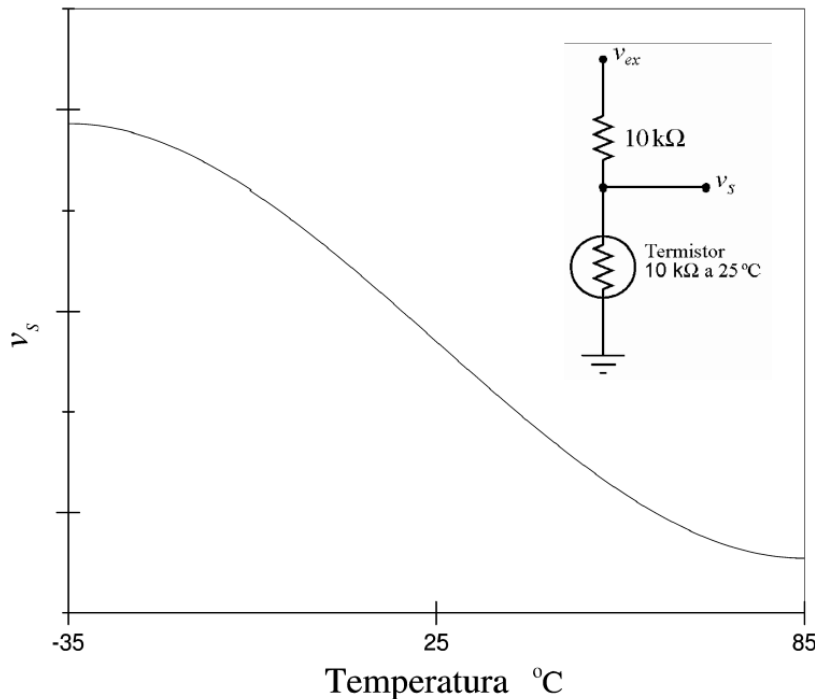
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores Exemplo Prático



NTC

Termômetro com NTC



Condicionador
de Sinal

Voltímetro
Digital

Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Sensores

- Sensores são dispositivos que detectam e geram informações sobre o equipamento e sobre o meio onde estão inseridos.
- Sensores produzem um sinal que permite medir uma determinada grandeza, como:
 - Força, torque, temperatura, posição, velocidade, ...

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Classificação

- Sensores podem ser classificados de diversas maneiras:
 - De acordo com o seu princípio de funcionamento;
 - De acordo com a função realizada;
 - De acordo com sua localização;
 - De acordo com o tipo de ativação.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Princípio de Funcionamento

○ Classes:

- Mecânicos.
- Elétricos.
- Magnéticos.
- Térmicos.
- Outros, como acústicos, químicos, de proximidade, radioativos, tátil, ópticos, voz e visão.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Sensores mecânicos

- Usados para medir quantidades como:
 - Posição.
 - Velocidade.
 - Forma.
 - Força e torque.
 - Pressão.
 - Vibração, estresse.
 - Massa.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Sensores elétricos

- Usados para medir quantidades como:
 - Tensão.
 - Corrente.
 - Carga.
 - Condutividade.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Sensores magnéticos

- Usados para medir quantidades como:
 - Campo magnéticos
 - Fluxo magnético.
 - Permeabilidade magnética.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Sensores térmicos

- Usados para medir quantidades como:
 - Temperatura.
 - Fluxo de calor.
 - Condutividade térmica.
 - Calor específico.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Sensores segundo a função

- Sensores podem ser categorizados de acordo com a função que realizam em:
 - Manipulação:
 - Que interagem com o meio ambiente do mecanismo.
 - Ex: sensores de Força.
 - Aquisição:
 - Que permitem ao mecanismo perceber seu próprio estado.
 - Ex: encoders.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Sensores segundo a localização

- Sensores podem ser categorizados de acordo com sua localização em:
 - Internos:
 - Encoders, resolvers, etc.;
 - Externos:
 - Swiches, táteis, proximidade e fotoelétricos.
 - Intertravamento:
 - Usados para proteger o mecanismo.
 - Travam o mecanismo até que certa condição se torne válida (pressão de fluido, temperatura alta, etc)

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Com Contato x Sem Contato

Sensores com contato são dispositivos eletromecânicos que detectam mudança através de contato físico direto com o objeto alvo.

Exemplos: *Encoders*, chaves fim de curso

Encoders convertem movimento em sinais e dados.

Chaves fim de curso são usadas quando o objeto alvo pode ter contato físico.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Sensores sem contato são dispositivos eletrônicos de estado sólido que criam um campo ou feixe de energia e reagem a distúrbios nesse campo.

Características:

- nenhum contato físico é requerido;
- ausência de partes móveis que podem obstruir, desgastar ou quebrar
- geralmente podem operar com maior rapidez;
- maior flexibilidade de aplicação.

Exemplos: Sensores fotoelétricos, indutivos, capacitivos e ultra-sônicos

Os sensores sem contato podem também estar suscetíveis à energia irradiada por outros dispositivos ou processos.

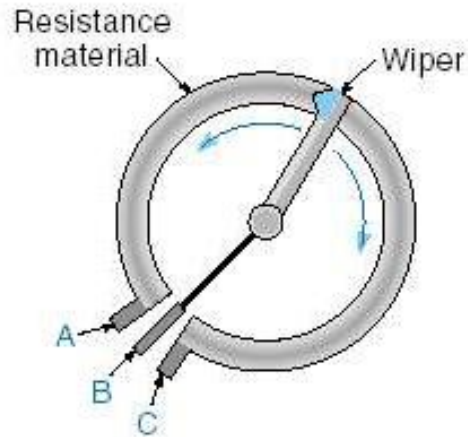
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Sensores - Exemplos:

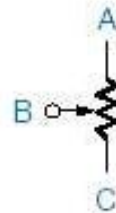
- Posição Linear/Angular;
- Odometria;
- Ópticos Reflexivos;
- Ultrassom;
- Tacogerador;
- Giroscópio;
- Acelerômetro;
- Strain gauge (força);
- Proximidade;
- Etc., etc., etc..

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

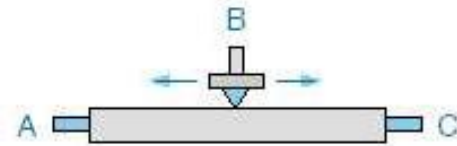
Sensores de Posição - Resistivos



(a) Rotary pot



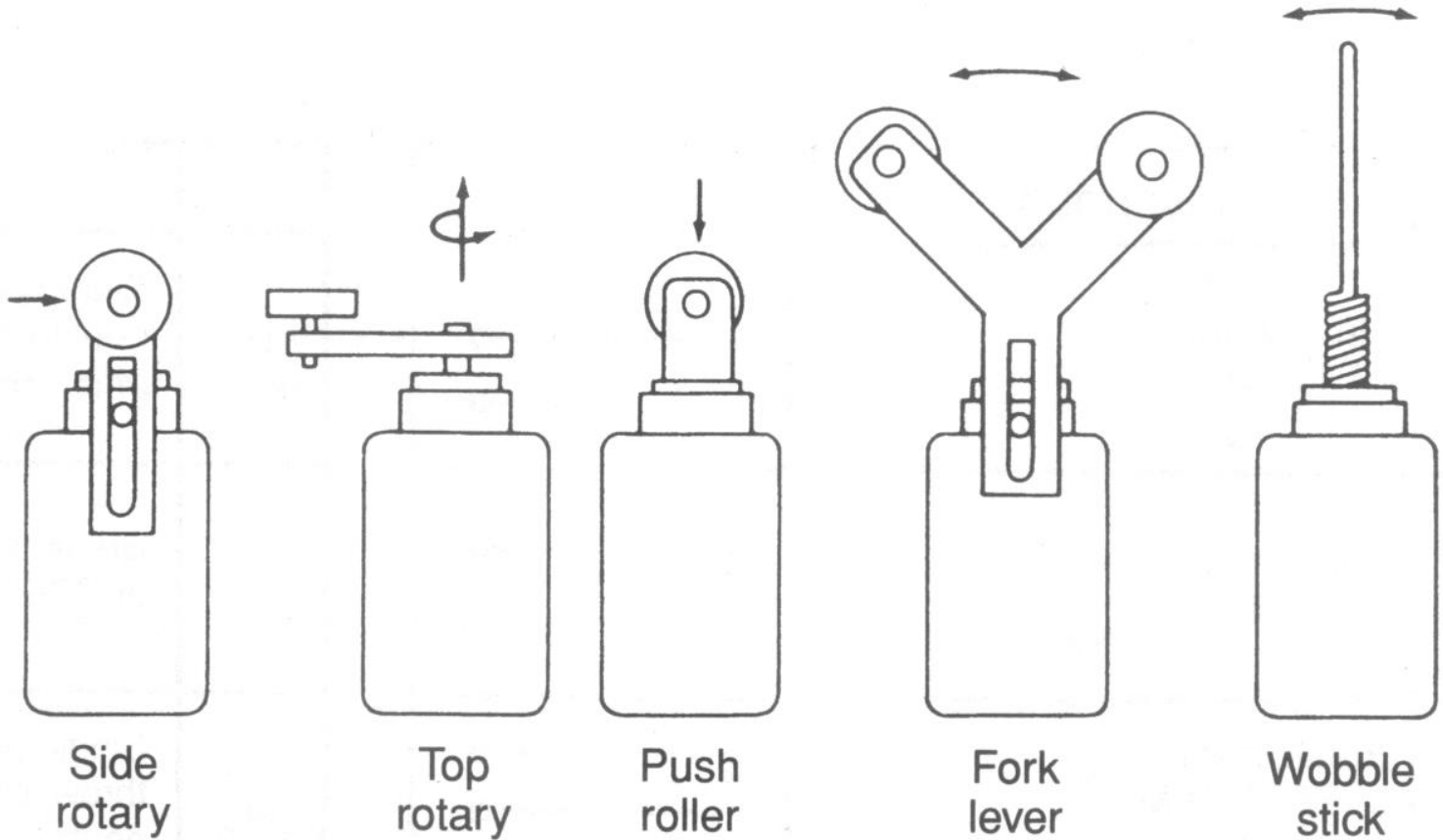
(b) Symbol



(c) Linear-motion pot

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

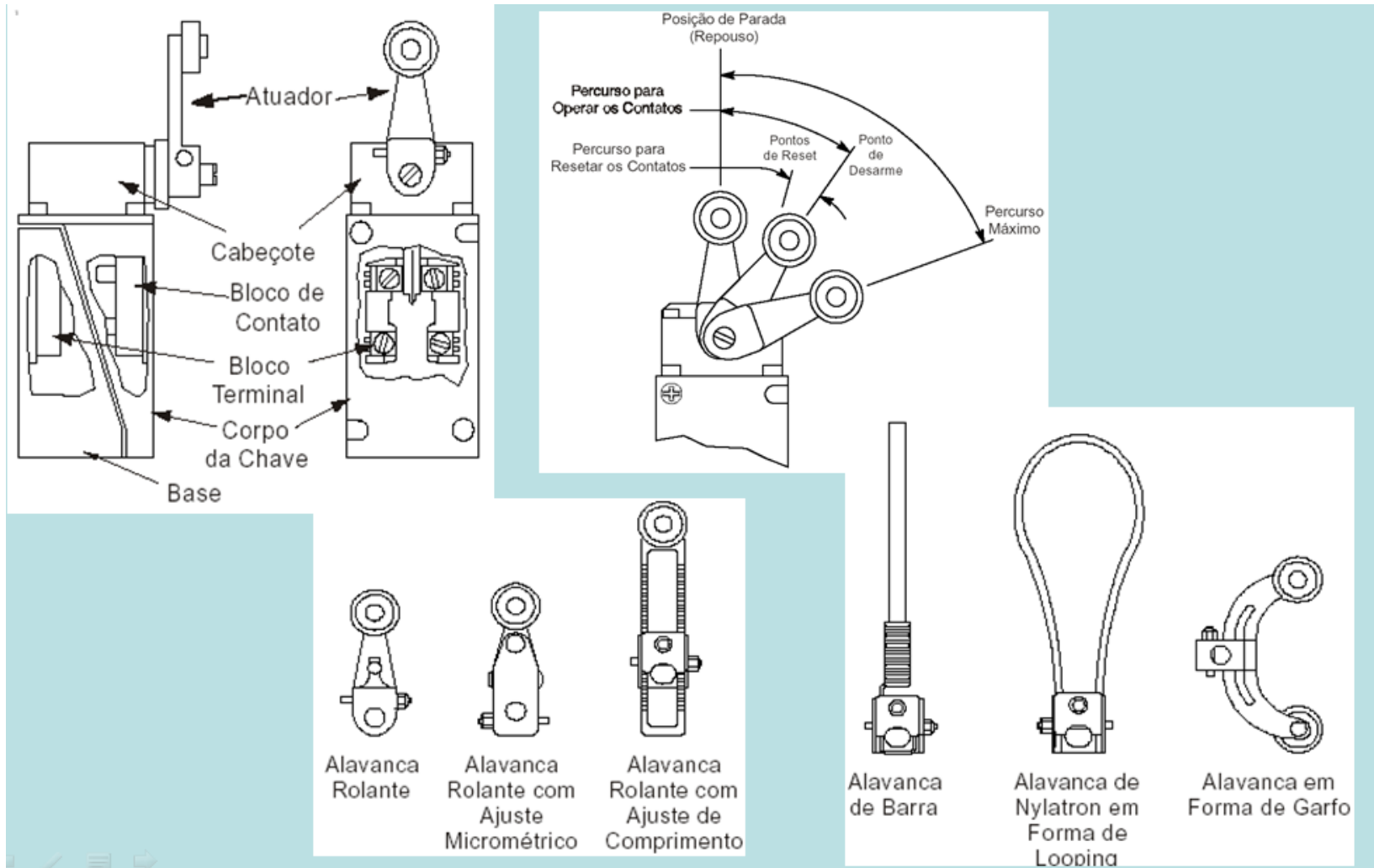
Chaves fim de curso



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

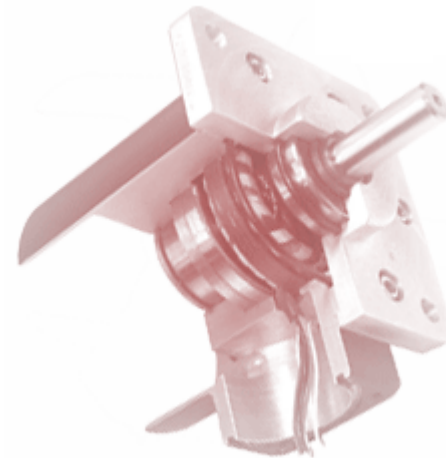
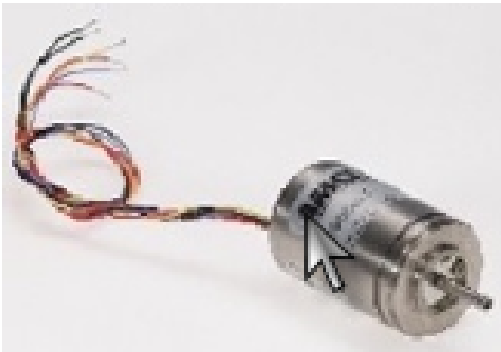


Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

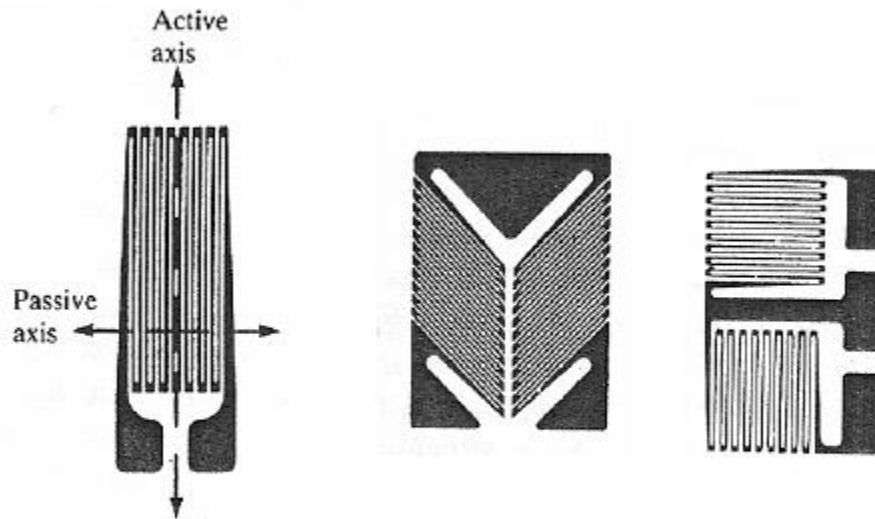
Resolver

- Sensor de ângulo, analógico, cuja saída é proporcional ao ângulo que um elemento de rotação faz em relação a um elemento fixo



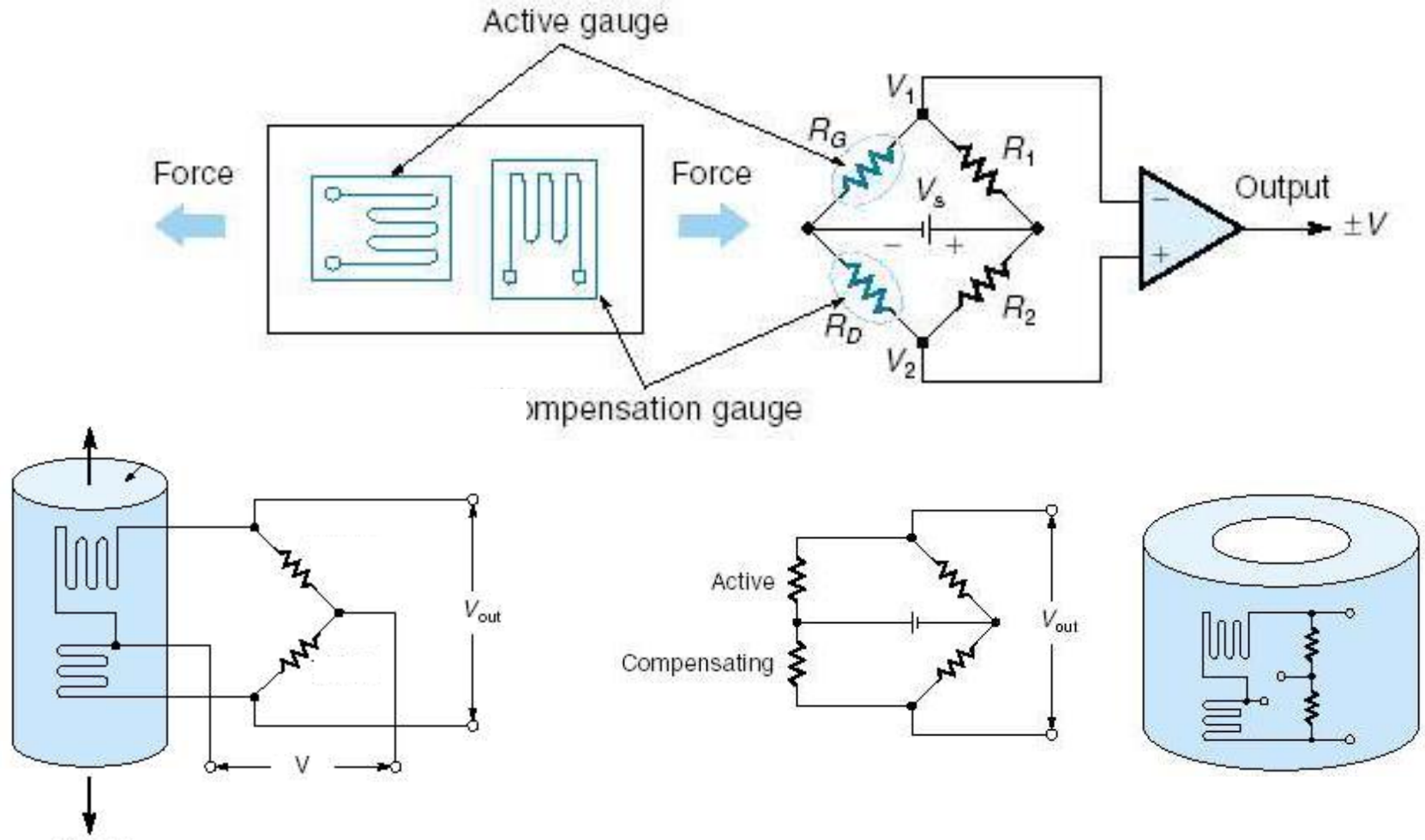
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

- Extensômetros



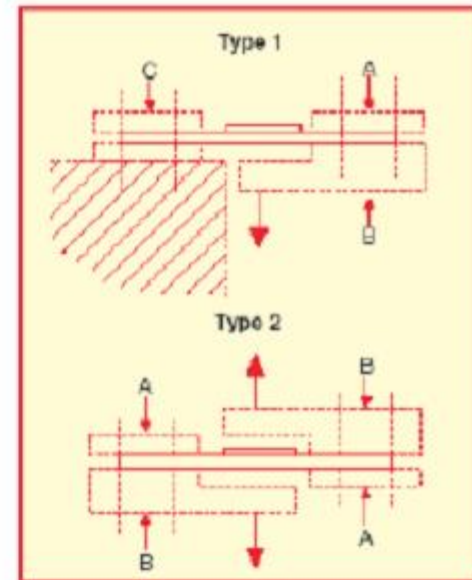
Configurações

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

- Extensômetros
 - Exemplos: Célula de carga para pequenas pressões uso em ponte.



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

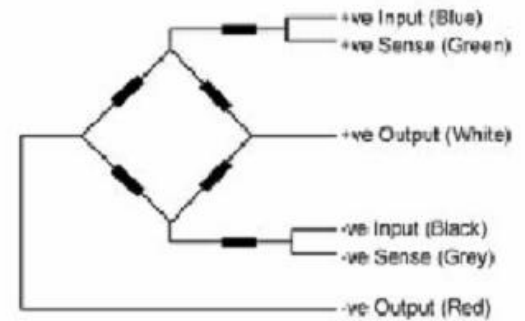
- Extensômetros
 - Exemplos:



Células de carga em miniatura



Célula de carga em S
uso em ponte.

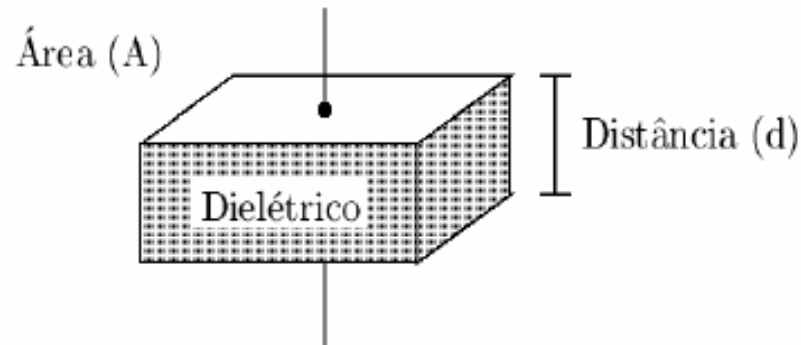


Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores capacitivos

- Capacitor de placas paralelas

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

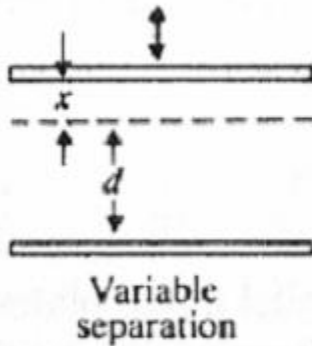


ϵ_0 : permissividade do vácuo

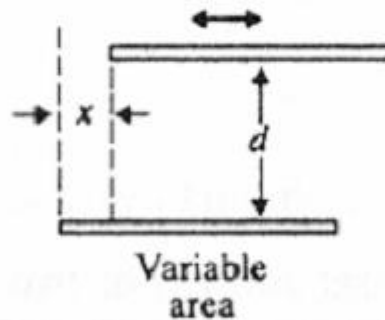
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores capacitivos

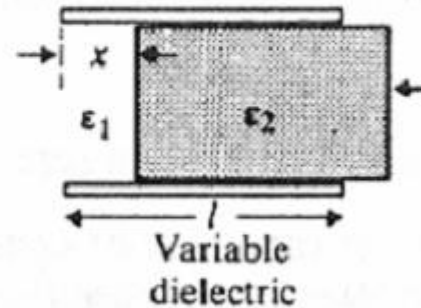
- Configurações (I)



$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon A}{d + x}$$

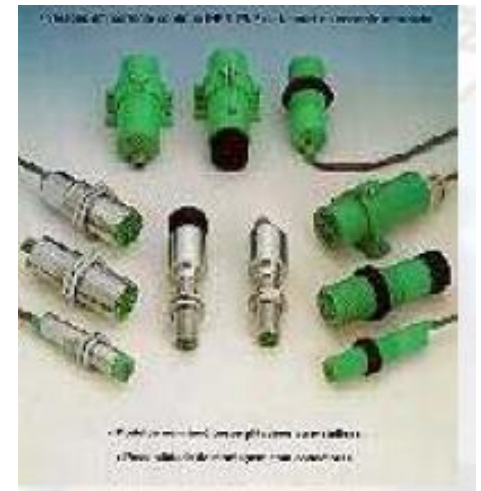
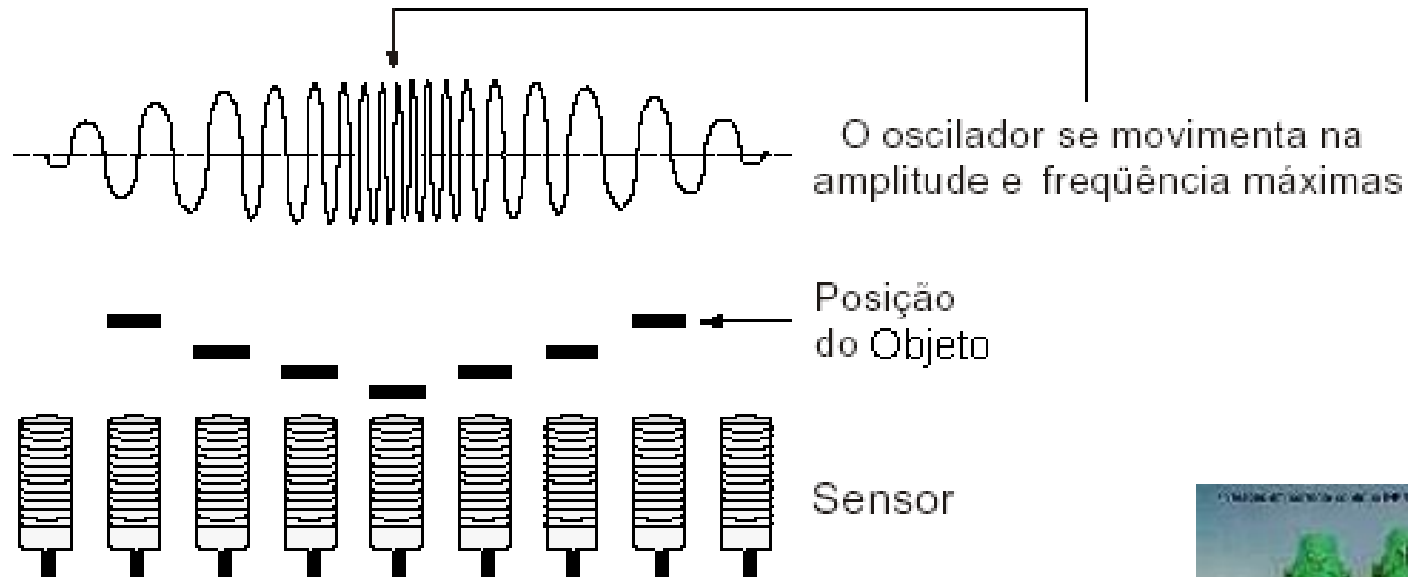


$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{d} (A - wx)$$



$$C = \frac{\epsilon_0 w}{d} (\epsilon_2 l - (\epsilon_2 - \epsilon_1)x)$$

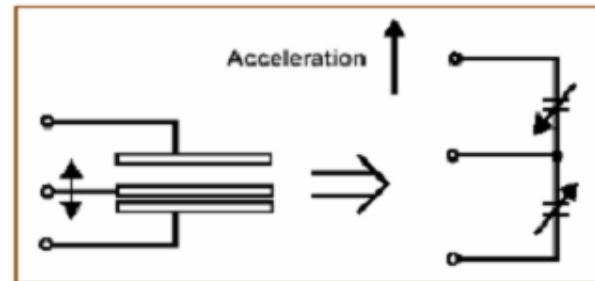
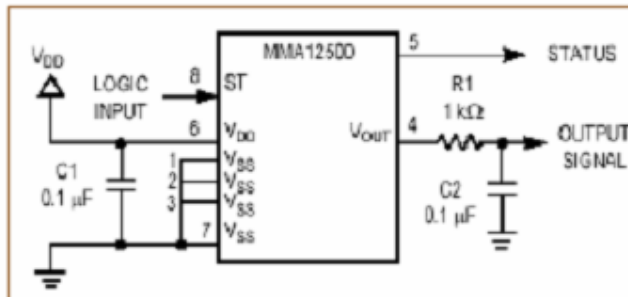
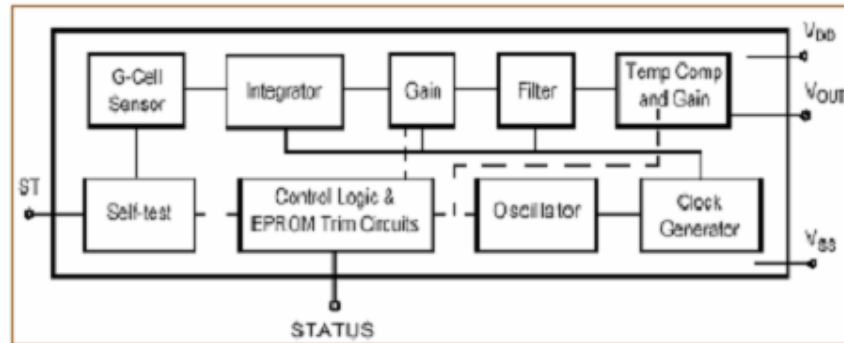
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores capacitivos

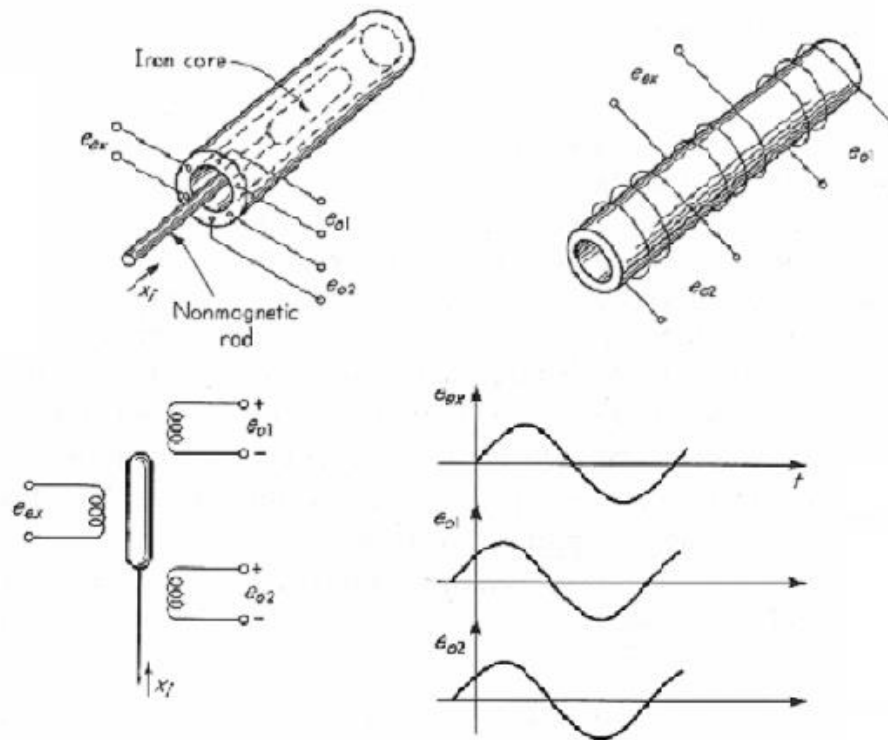
- Exemplos
 - acelerômetro $\pm 5g$



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Trandutores indutivos

- Transformador Diferencial Variável Linear (LVDT)



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores indutivos

- Transformador Diferencial Variável Linear (LVDT)



Sensores de Proximidade Indutivos

Os sensores de proximidade indutivos são projetados para detectarem objetos metálicos.

Características:

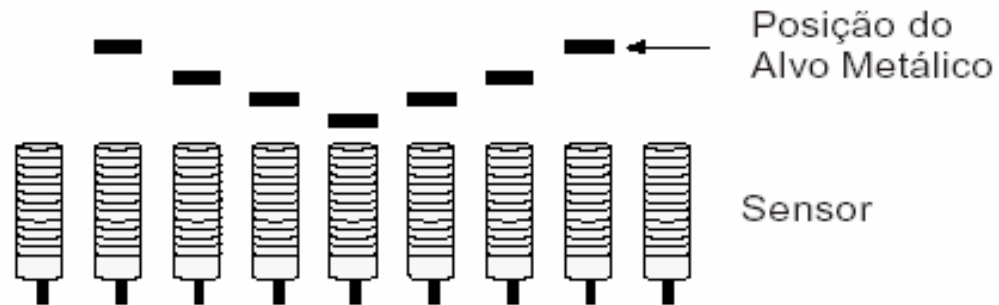
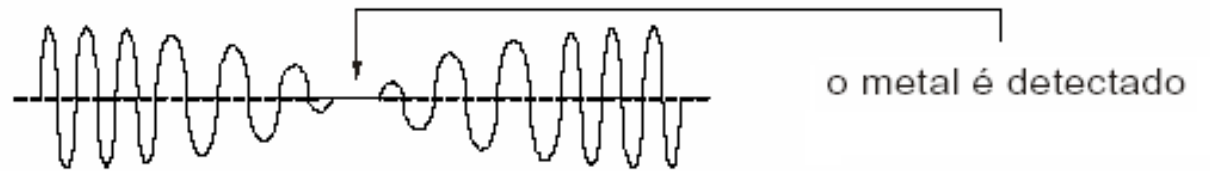
não estão sujeitos à avaria ou desgaste mecânicos.

não são afetados por pó, graxa, óleo ou fuligem, na face sensora.

detectam tanto os metais ferrosos quanto os não-ferrosos.

seu princípio de funcionamento baseia-se na geração de um campo eletromagnético.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

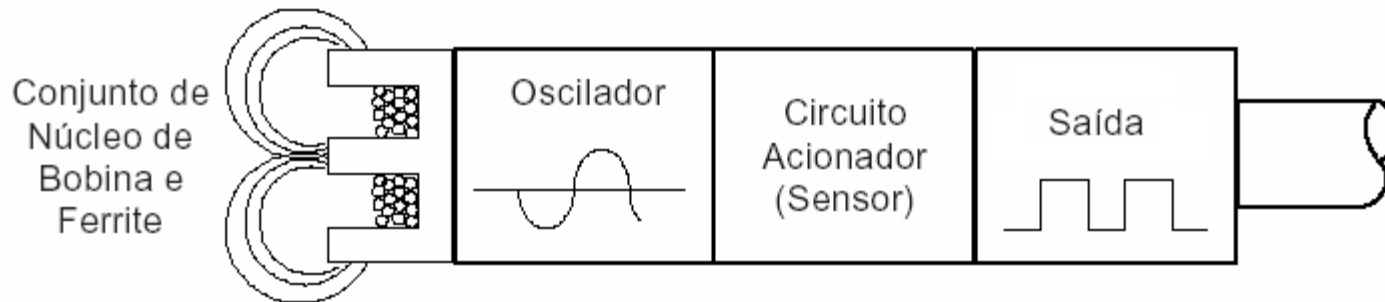
Estrutura do Sensor de Proximidade Indutivo:

Conjunto de Núcleo de Bobina e Ferrite

Oscilador

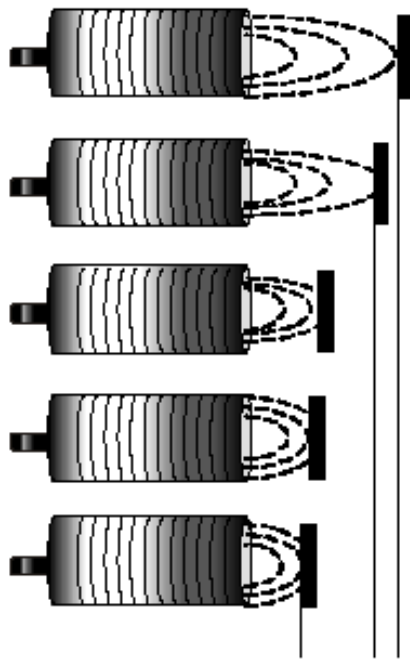
Circuito acionador

Circuito de saída



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Fatores de correção:



Aço doce \approx 1,0 x Distância Operacional Nominal

Aço inoxidável \approx 0,9 x Distância Operacional Nominal

Bronze \approx 0,5 x Distância Operacional Nominal

Alumínio \approx 0,45 x Distância Operacional Nominal

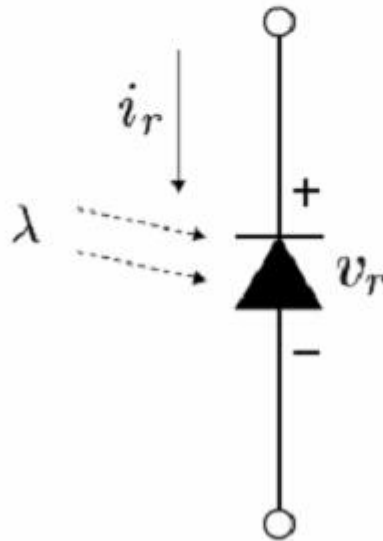
Cobre \approx 0,4 x Distância Operacional Nominal

Distância Operacional Máxima
(Ponto Detectado)

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores opto-eletrônicos

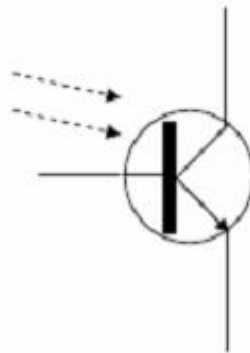
- Fotodiodo



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Trandutores opto-eletrônicos

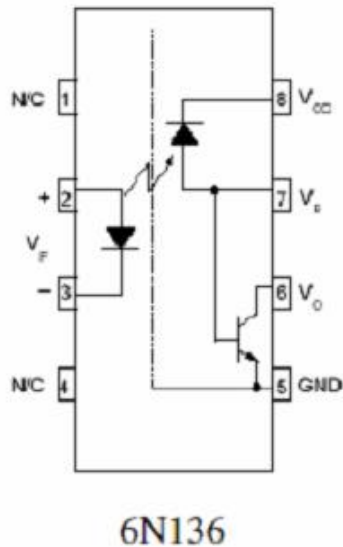
- Fototransistor



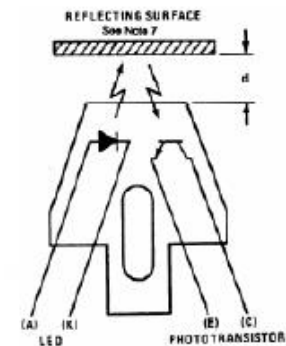
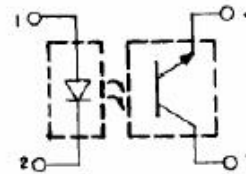
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores opto-eletrônicos

- Opto-acopladores



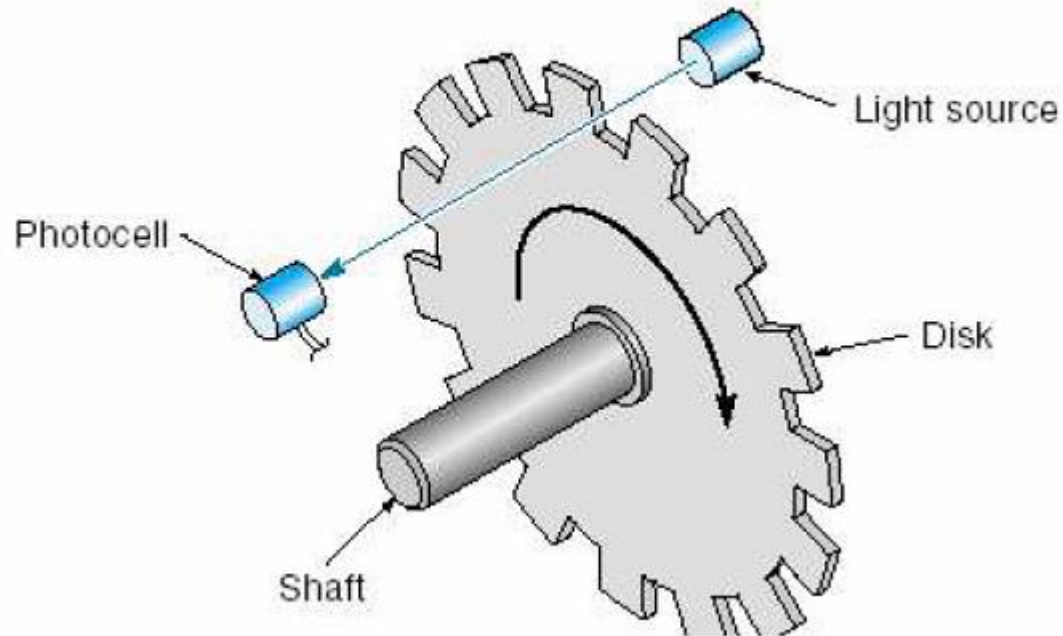
- Chaves ópticas



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores opto-eletrônicos

Encoders Óticos Rotativos

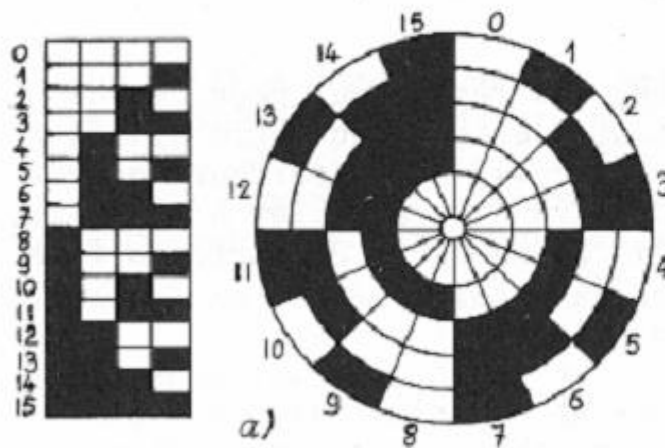


Mário Luiz Tronco

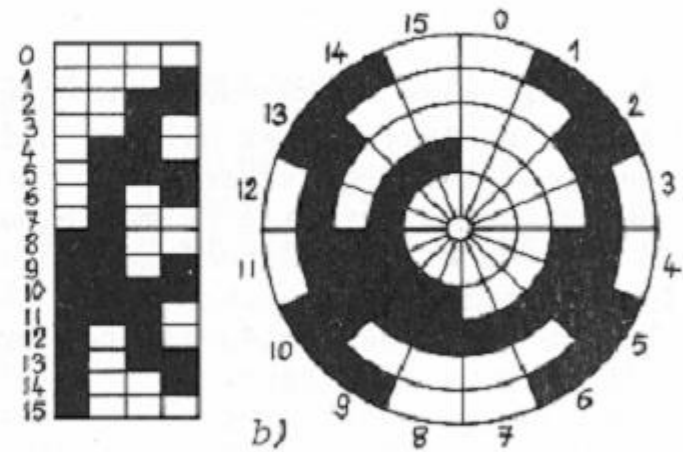
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores opto-eletrônicos

- Encoder óptico absoluto

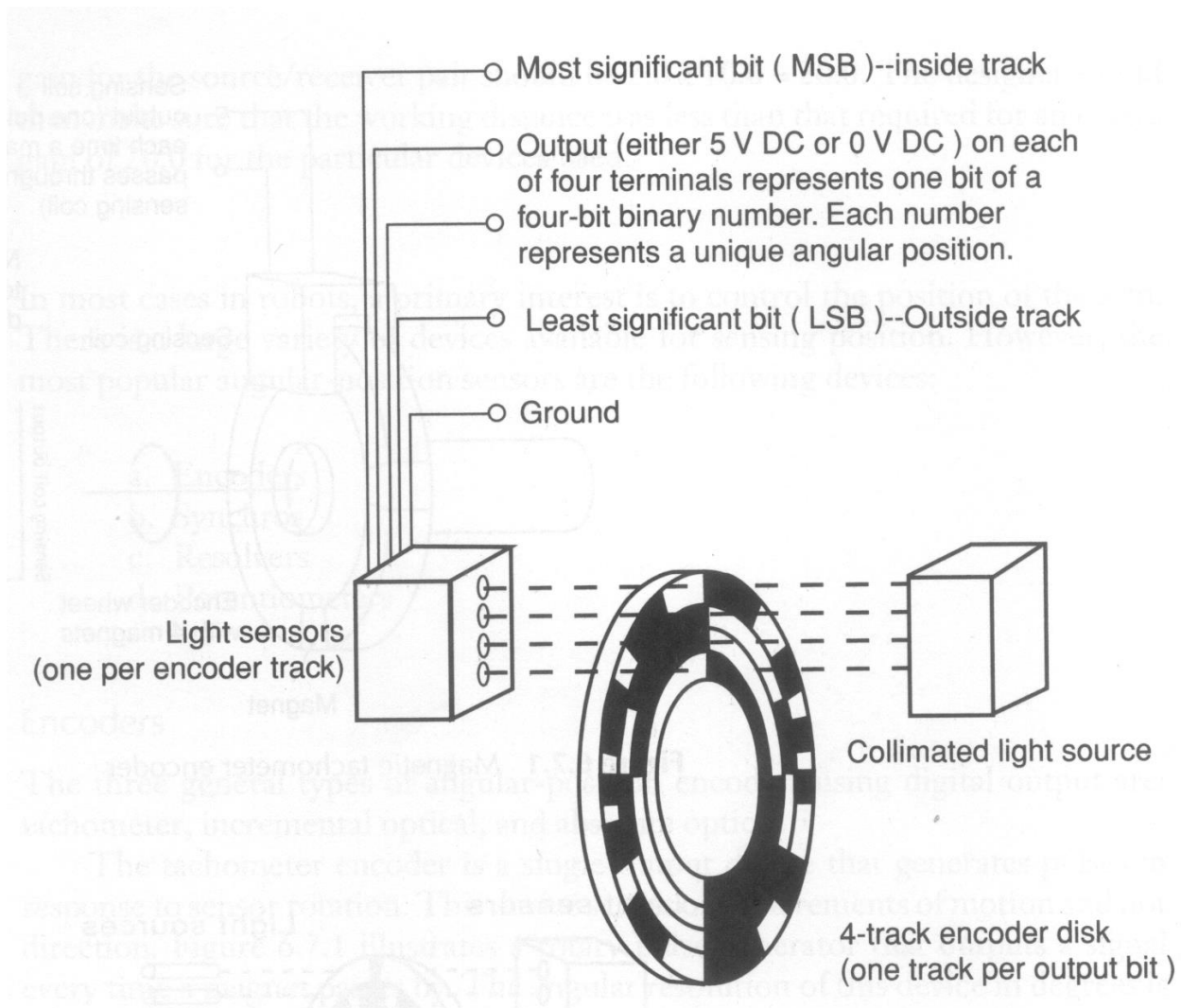


Disco codificado em binário



Disco codificado em Gray

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



Mário Luiz Tronco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Trandutores opto-eletrônicos

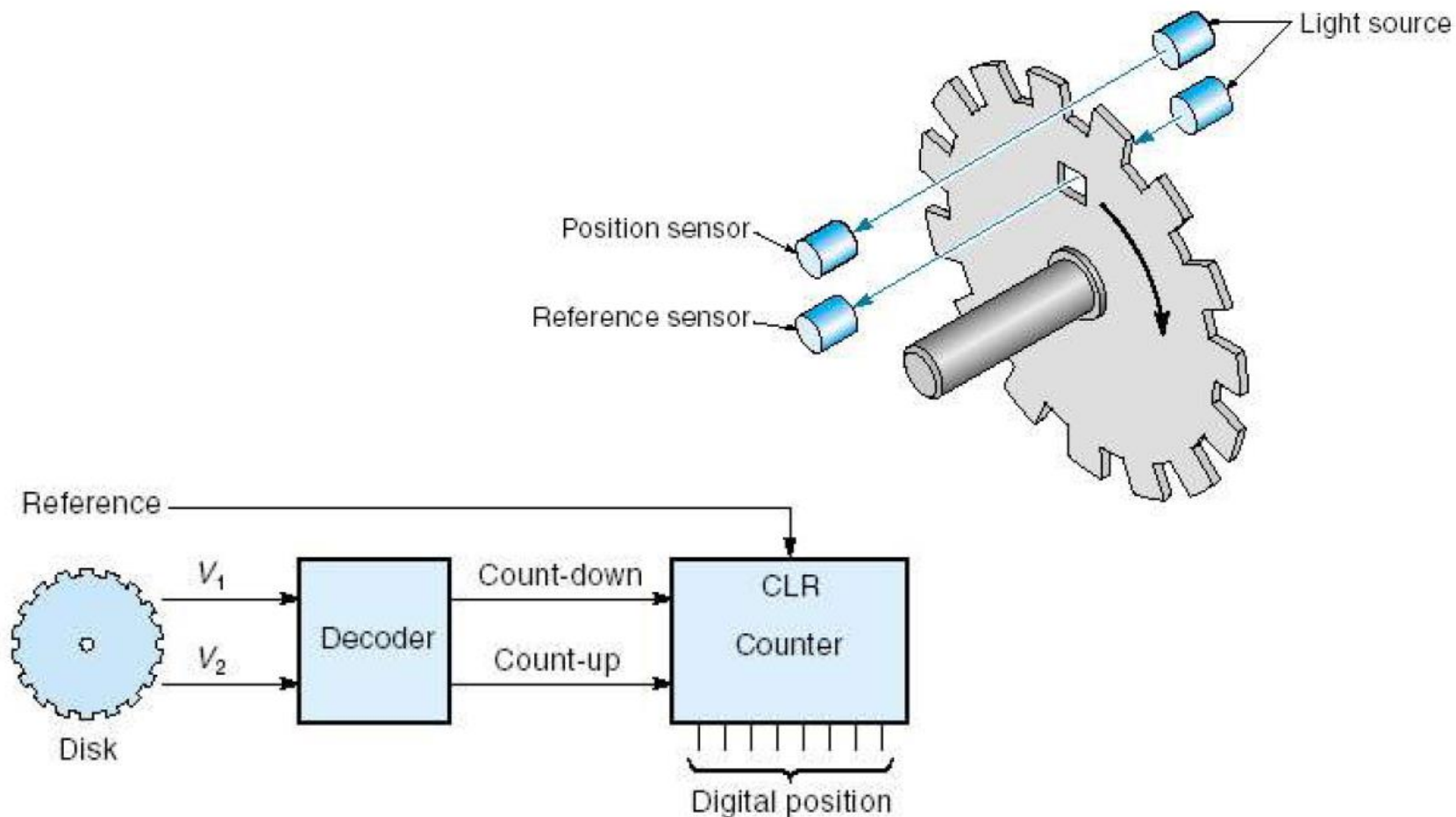
- Decodificador óptico absoluto



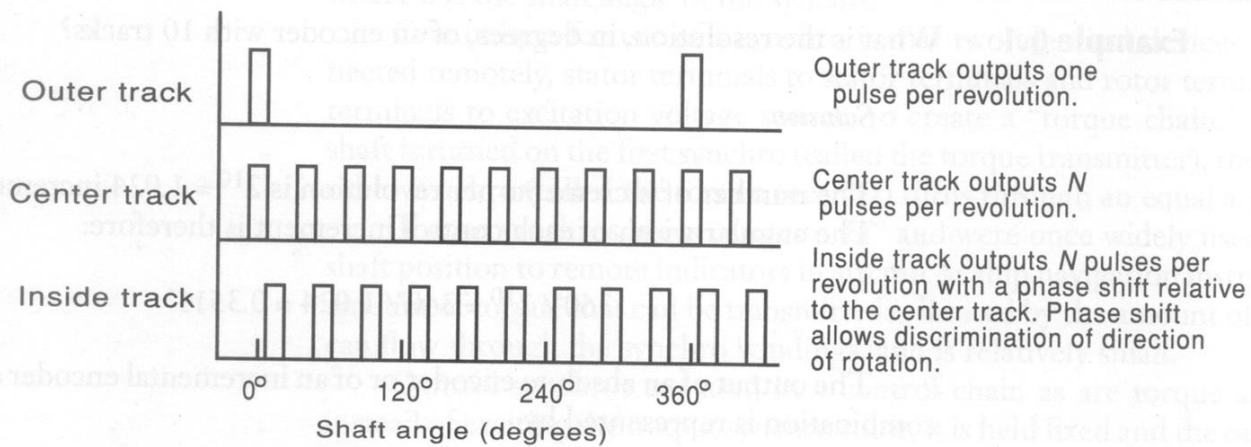
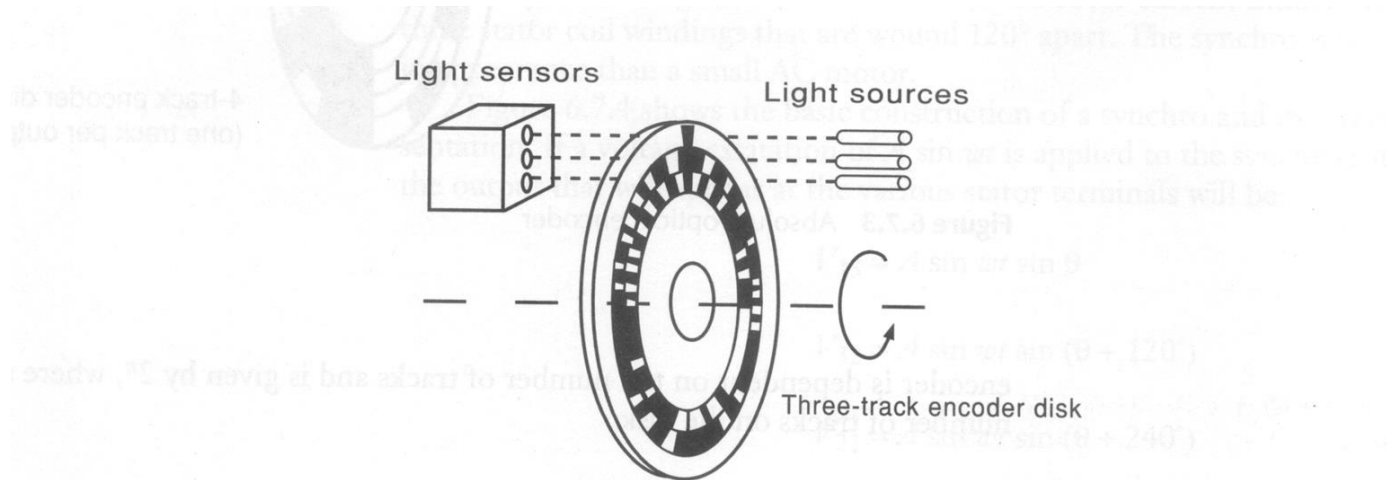
Sensor óptico e
Disco codificado



Encoder óptico incremental **ceitos, classificação, aplicação e programação**



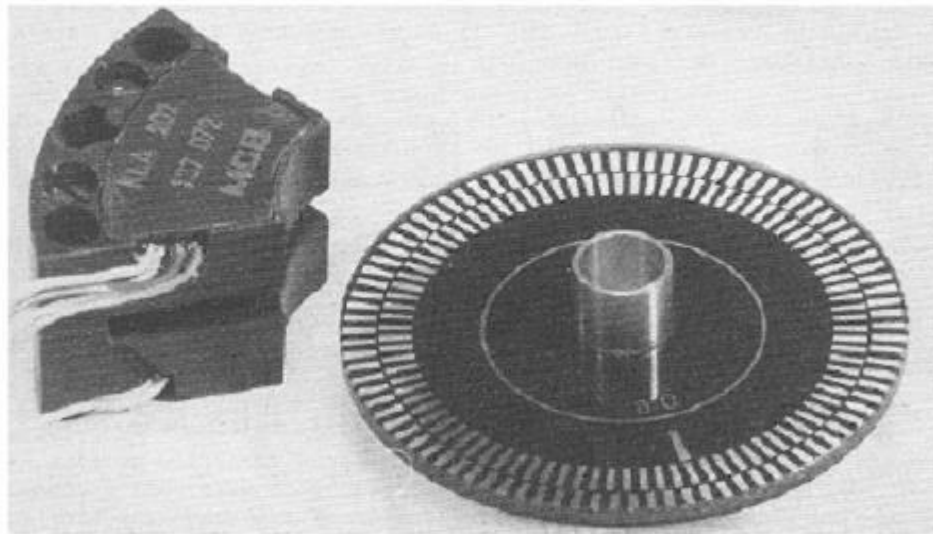
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Trandutores opto-eletrônicos

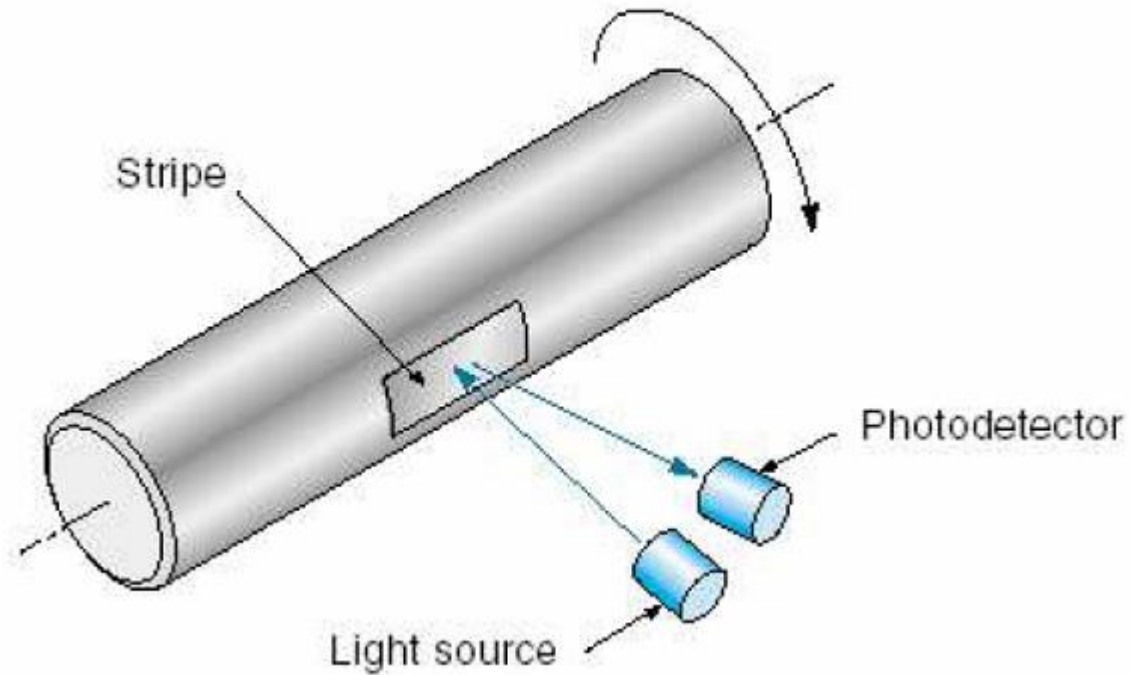
- Encoder óptico incremental



Sensor óptico e disco

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

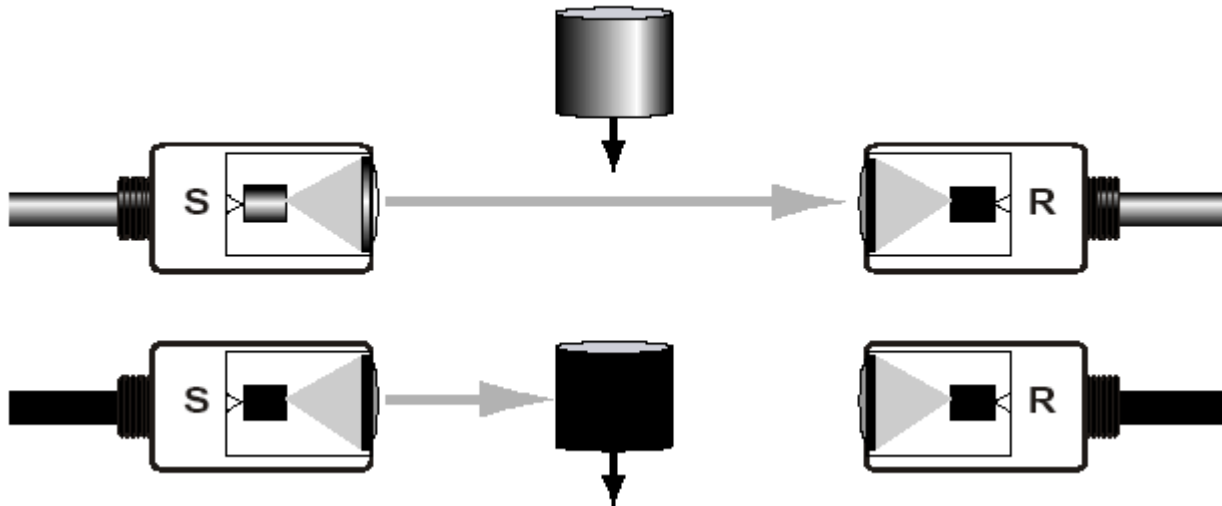
Tacômetros óticos



Mário Luiz Tronco

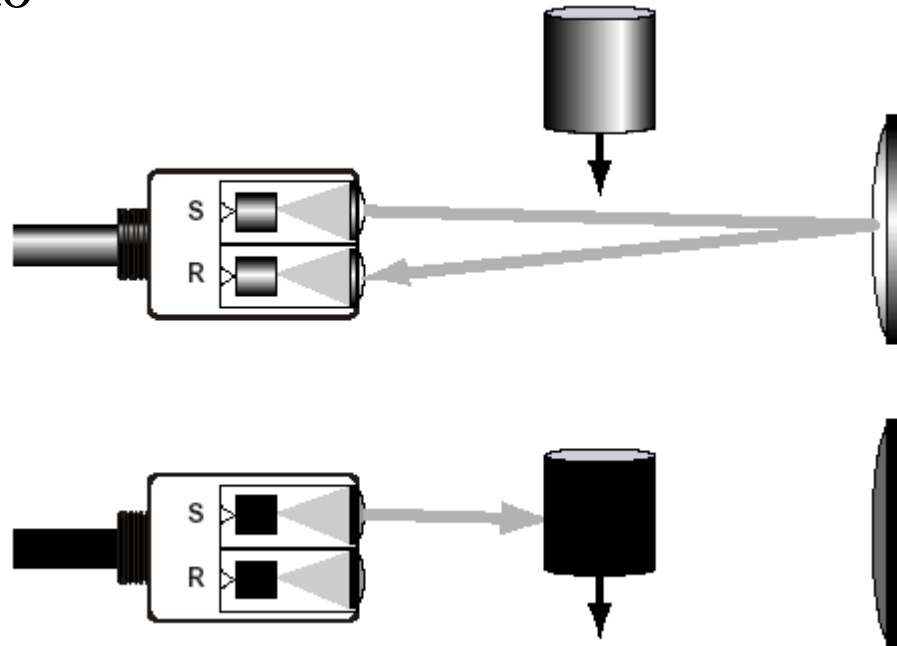
Sensores Fotoelétricos

Barreira



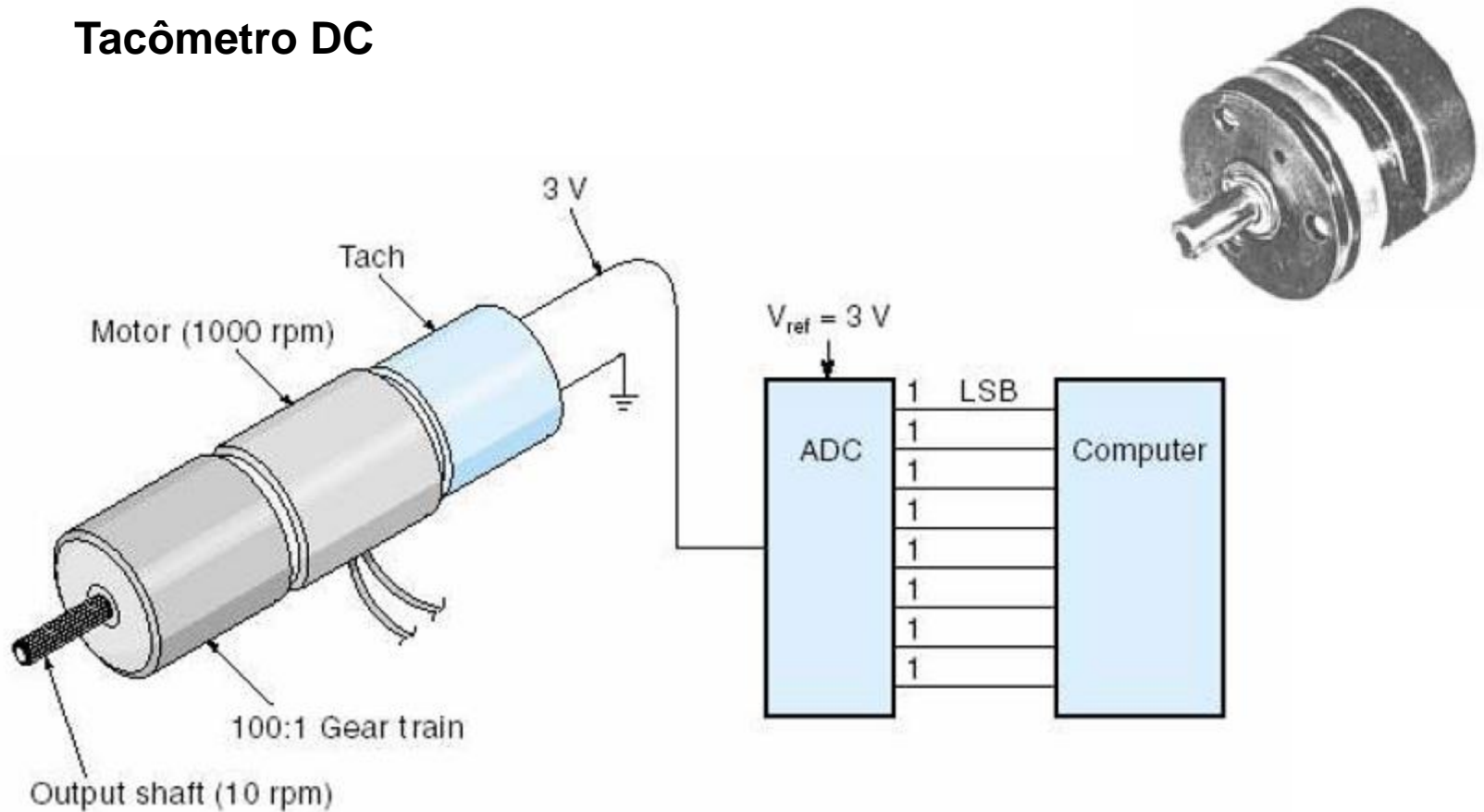
Sensores Fotoelétricos

Por Reflexão



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Tacômetro DC



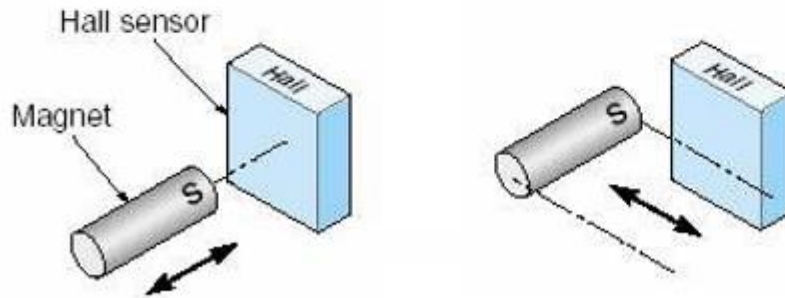
Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores de campo magnético

- Sensores a efeito Hall

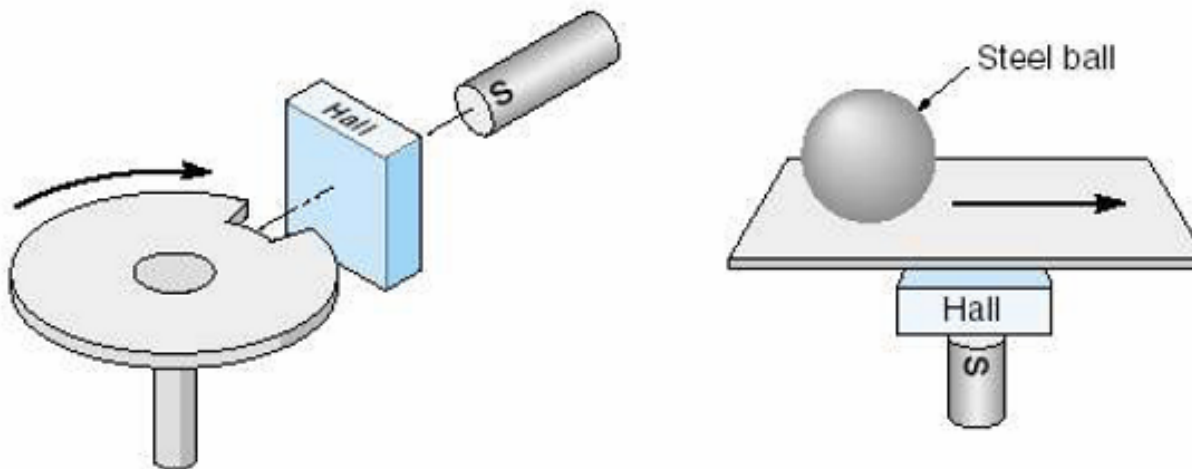
Efeito *Hall*: alguns materiais como o cobre, germânio e índio produzem uma voltagem na presença de um campo magnético.

Sensores de proximidade por efeito *Hall*



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

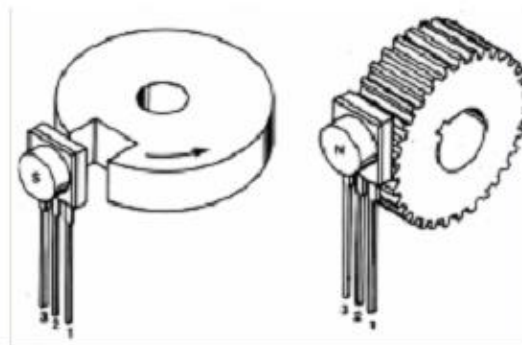
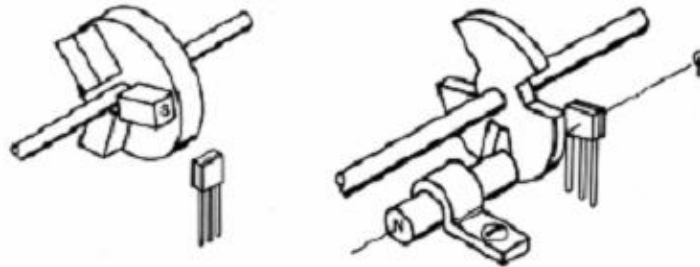
Sensores de proximidade por efeito *Hall*



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores de campo magnético

- Sensores a efeito Hall: Exemplos de aplicação



Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

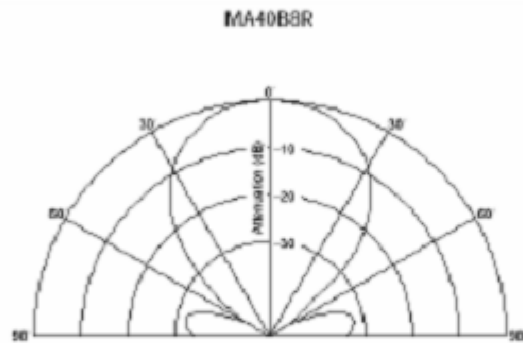
Transdutores piezo-elétricos

- Propriedades do efeito piezo-elétrico
 - Conversão entre energias mecânica e elétrica (nos dois sentidos)
 - Aplicações: microfones, cápsulas sonoras (inclusive ultra-som)
- Propriedades do efeito piezo-resistivo
 - Conversão entre deformação mecânica e resistência elétrica
 - Aplicações: sensores de micro-força e de pressão.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Transdutores piezo-elétricos

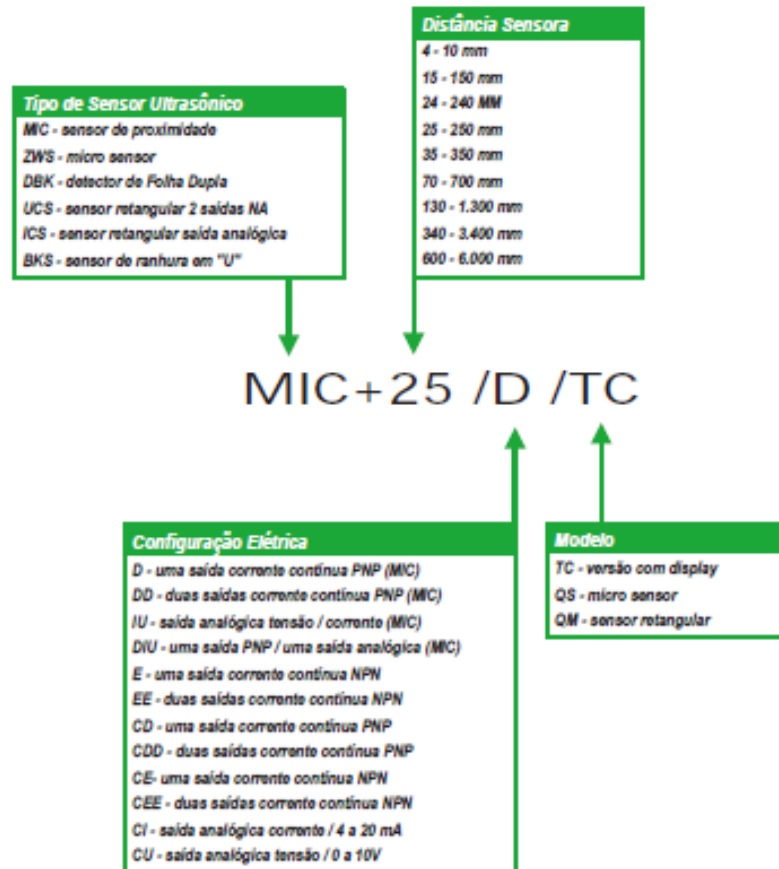
- Elemento piezo-elétrico:



Part Number	Construction	Using Method	Nominal Freq. (kHz)	Overall Sensitivity (mV/p-p)	Sensitivity (dB)	S.P.L. (dB)	Directivity (°)	Cap. (pF)	Operating Temp. Range (°C)	Detectable Range (m)	Resolution (mm)	Max. Input Voltage (Vp-p)
MA40B8R	Open struct.	Receiver	40	-	-63 typ. (0dB=10W/Pa)	-	50	2000	-30 to 85	0.2 to 6	9	-
MA40B8S	Open struct.	Transmitter	40	-	-	120 typ. (0dB=0.02mPa)	50	2000	-30 to 85	0.2 to 6	9	40 Continuous signal

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação

Sensores de Ultrassom



M30

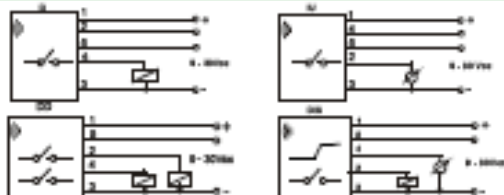
Distância 250 mm
Corrente Contínua
Display 3 dígitos
Saída Digital
e Analógica



	MIC+25/D/TC	MIC+25/DD/TC	MIC+25/IU/TC	MIC+25/DIU/TC
Tipo de saída	Digital	Digital	Analógica	Digital / Analógica
Desenho / Diagrama	1 / D	1 / DD	1 / IU	1 / DIU
Distância sensora	250 mm	250 mm	250 mm	250 mm
Distância máxima	350 mm	350 mm	350 mm	350 mm
Zona morta	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm
Frequência do transdutor	320 KHz	320 KHz	320 KHz	320 KHz
Histerese / Repetibilidade	2,5 mm / ± 0,15 %	2,5 mm / ± 0,15 %	2,5 mm / ± 0,15 %	2,5 mm / ± 0,15 %
Resolução / Drift térmico	0,18 mm / < 2 % / K	0,18 mm / < 2 % / K	0,18 mm / < 2 % / K	0,18 mm / < 2 % / K
Tensão de alimentação / ripple	9 a 30 Vcc / ± 10%	9 a 30 Vcc / ± 10 %	9 a 30 Vcc / ± 10 %	9 a 30 Vcc / ± 10 %
Corrente máx. de consultação	200 mA	200 mA	200 mA	200 mA (saída digital)
Corrente de consumo	≤ 80 mA	≤ 80 mA	≤ 80 mA	≤ 80 mA
Saída digital	PNP	PNP duplo	-	PNP
Saída analógica	-	-	0 a 10 V ou 4-20 mA (automático)	0 a 10V ou 4-20mA(automático)
Impedância carga analógica	--	-	250Ω a 1,2kΩ / tensão > 2kΩ	250Ω a 1,2kΩ / tensão > 2kΩ
Frequência máx / tempo resp.	11 Hz / 50 ms	11 Hz / 50 ms	50 ms	11 Hz / 50 ms
Proteção	curto circuito e inversão	curto circuito e inversão	curto circuito e inversão	curto circuito e inversão
Sinalização (leds tricolor)	aliment., saída e program.	aliment., saída e program.	aliment., saída e program.	aliment., saída e program.
Programação de saída digital	NA ou NF	NA ou NF	-	NA ou NF
Programação de saída analógica	--	-	crescente / decrescente	crescente / decrescente
Modo de programação	via botões ou por software	via botões ou por software	via botões ou por software	via botões ou por software
Programação via software	Link Control (não incluso)	Link Control (não incluso)	Link Control (não incluso)	Link Control (não incluso)
Temperatura de operação	-25°C a + 70°C	-25°C a + 70°C	-25°C a + 70°C	- 25°C a + 70°C
Conexão	via conector M12 - 5 pinos	via conector M12 - 5 pinos	via conector M12 - 5 pinos	via conector M12 - 5 pinos
Invólucro	latão cromado / frente PBT	latão cromado / frente PBT	latão cromado / frente PBT	latão cromado / frente PBT
Grau de proteção / Peso	IP 67 / 150 g	IP 67 / 150 g	IP 67 / 150 g	IP 67 / 150 g

Nota: Solicitar conector PL V10 para ligação dos sensores MIC

Configuração de Saída



Conector

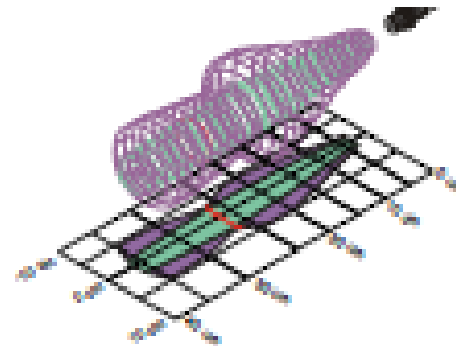
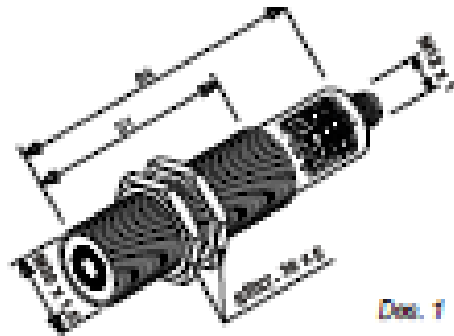


Software



Link Control - software de configuração do sensor para PC, com adaptador para porta RS 232.

Robôs Industriais – conceitos, classificação, aplicação e programação



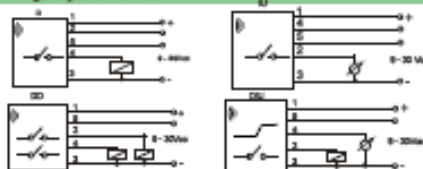
M30

Distância 3400 mm
Corrente Contínua
Display 3 dígitos
Saída Digital
e Analógica



	MIC+340/D/TC	MIC+340/DD/TC	MIC+340/IU/TC	MIC+340/DIU/TC
Tipo de saída	PNP	2 x PNP	Analógica	Digital / Analógica
Desenho	4 / D	4 / DD	4 / IU	4 / DIU
Distância sensora	3400 mm	3400 mm	3400 mm	3400 mm
Distância máxima	5000 mm	5000 mm	5000 mm	5000 mm
Zona morta	350 mm	350 mm	350 mm	350 mm
Frequência do transdutor	120 KHz	120 KHz	120 KHz	120 KHz
Histerese / Repetibilidade	2,5 mm / ± 0,15 %	2,5 mm / ± 0,15 %	2,5 mm / ± 0,15 %	2,5 mm / ± 0,15 %
Resolução / Diff. térmico	0,18 mm / < 2 % / K	0,18 mm / < 2 % / K	0,18 mm / < 2 % / K	0,18 mm / < 2 % / K
Tensão de alimentação / ripple	9 a 30 Vcc / ± 10%	9 a 30 Vcc / ± 10 %	9 a 30 Vcc / ± 10 %	9 a 30 Vcc / ± 10 %
Corrente máx. de consultação	200 mA	200 mA	-	200 mA (saída digital)
Corrente de consumo	≤ 80 mA	≤ 80 mA	≤ 80 mA	≤ 80 mA
Saída digital	PNP	PNP duplo	-	PNP
Saída analógica	-	-	0 a 10 V ou 4-20 mA (automático)	0 a 10V ou 4-20mA(automático)
Impedância carga analógica	-	-	250Ω a 1,2kΩ / tensão: >2kΩ	250Ω a 1,2kΩ / tensão: >2kΩ
Frequência máx. / tempo resp.	3 Hz / 180 ms	3 Hz / 180 ms	180 ms	3 Hz / 180 ms
Proteção	curto circuito e inversão	curto circuito e inversão	curto circuito e inversão	curto circuito e inversão
Sinalização (leds tricolor)	aliment., saída e program.	aliment., saída e program.	aliment., saída e program.	aliment., saída e program.
Programação de saída digital	NA ou NF	NA ou NF	-	NA ou NF
Programação de saída	-	-	crescente / decrescente	crescente / decrescente
Modo de programação	via botões ou por software	via botões ou por software	via botões ou por software	via botões ou por software
Programação via software	Link Control (não incluso)	Link Control (não incluso)	Link Control (não incluso)	Link Control (não incluso)
Temperatura de operação	-25° C a + 70° C	-25° C a + 70° C	-25° C a + 70° C	-25° C a + 70° C
Conexão	via conector M12 - 5 pinos	via conector M12 - 5 pinos	via conector M12 - 5 pinos	via conector M12 - 5 pinos
Involúcro	látio cromado / frente PBT	látio cromado / frente PBT	látio cromado / frente PBT	látio cromado / frente PBT
Grau de Proteção / Peso	IP 67 / 210 g	IP 67 / 210 g	IP 67 / 210 g	IP 67 / 210 g

Configuração de Saída



Conector V15



Cor dos Cabos

MR - marrom / AZ - azul
PR - preto / BR - branco

Software



Link Control - software de configuração do sensor para PC, com adaptador para porta RS 232.

Dimensões Mecânicas

